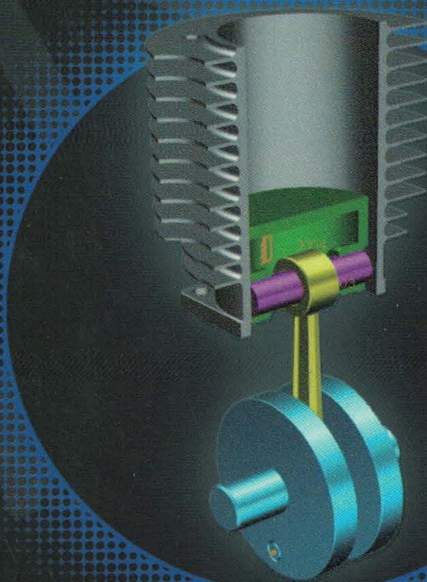

CAD/CAM/CAE工程应用丛书 UG系列

UG NX 9.0 中文版 从入门到精通

◎ 刘建英 孙立明 方月 等编著

本书核心内容包含

- 基本操作
- 草图绘制
- 曲线功能
- 特征建模
- 查询与分析
- 曲面功能
- 装配建模
- 钣金设计
- 工程图
- 机构分析
- 建立有限元模型




附赠超值 DVD 光盘
视频操作+范例素材







机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

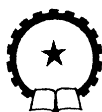
VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 · UG 系列

UG NX 9.0 中文版从入门到精通

刘建英　孙立明　方　月　等编著



机 械 工 业 出 版 社

全书按知识结构分为 14 章，内容包括 UG NX 9.0 基础知识、视图控制与图形操作、草图绘制、曲线功能、特征建模、创建成形和工程特征、特征操作与编辑、查询与分析、曲面功能、装配建模、钣金设计、工程图、运动仿真、有限元分析。本书图文并茂，讲解由浅入深，从易到难，各章节既相对独立又前后关联。

本书除以传统的纸介方式讲解外，还随书配送了多媒体学习光盘。光盘中包含书中所有实例的素材源文件，以及全程实例动画 AVI 文件。为了增强教学效果，进一步方便读者学习，作者对实例动画进行了配音讲解。利用作者精心设计的多媒体视频，读者可以像看电影一样轻松、愉悦地学习本书。

本书适合广大 UG 初、中级用户使用，也适合用作各职业培训机构、大中专院校相关专业的 CAX 课程的教材。

图书在版编目（CIP）数据

UG NX 9.0 中文版从入门到精通/刘建英等编著. —北京：机械工业出版社，2014.10

（CAD/CAM/CAE 工程应用丛书）

ISBN 978-7-111-48312-0

Ⅰ. ①U… Ⅱ. ①刘… Ⅲ. ①计算机辅助设计－应用软件

Ⅳ. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 241213 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）

策划编辑：张淑谦　　责任校对：张艳霞

责任编辑：张淑谦

责任印制：李　洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014 年 11 月第 1 版 • 第 1 次印刷

184mm×260mm • 29.75 印张 • 738 千字

0001－3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-48312-0

　　　　　ISBN 978-7-89405-573-6（光盘）

定价：79.80 元（含 1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务　　网络服务

社服务中心：（010）88361066　　教材网：http://www.cmpedu.com

销售一部：（010）68326294　　机工官网：http://www.cmpbook.com

销售二部：（010）88379649　　机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：（010）88379203　　封面无防伪标均为盗版

出 版 说 明

随着信息技术在各领域的迅速渗透，CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用，从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式，对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早，使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计，而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发，以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程中的应用，不但可以提高设计质量，缩短工程周期，还可以节省大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性，掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧，已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而，仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的，只有将计算机技术和工程实际结合起来，才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑，机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、SolidWorks、Mastercam、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用，以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作，配以大量具有代表性的实例，并融入了作者丰富的实践经验，使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点，是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前 言

UG（Unigraphics）NX 是 Siemens 公司出品的一个产品工程解决方案，它为设计师和工程师提供了一个产品开发的崭新模式，它不仅能够实现对几何的操纵，更重要的是，团队将能够根据工程需求进行产品开发。UG NX 能够有效地捕捉、利用和共享数字化工程完整开发过程中的知识。事实证明，它可为企业带来战略性的收益。

UG 每次发布的新版本都代表了当时制造业的先进发展水平。很多现代设计方法和理念都能较快地在 UG 的新版本中得以体现。

本书以最新的 UG NX 9.0 版本为演示平台，全面介绍 UG 软件从基础到实例的全部知识，帮助读者更好地学习 UG。

在讲解的过程中，作者根据自己多年的经验，及时给出总结和相关提示，帮助读者快速掌握所学知识。本书图文并茂，语言简洁，思路清晰。

本书附带多媒体学习光盘，光盘中包含所有章节的实例源文件，以及全程实例动画 AVI 文件。同时，为了增强教学效果，进一步方便读者学习，作者对实例动画进行了配音讲解。

本书主要由河南工程学院的刘建英老师、军械工程学院的孙立明老师以及河南工程学院的方月编写，其中刘建英编写了第 1～7 章，孙立明编写了第 8～10 章，方月编写了第 11～14 章，韩校粉、李兵、甘勤涛、徐声杰、张辉、李亚莉、孟秋红、闫聪聪、王敏、杨雪静、张日晶、卢园、孟培、胡仁喜等也参与了部分内容的编写。

在本书的编写过程中，虽力求完美，但疏漏之处在所难免，望广大读者登录网站 www.sjzswsw.com 或发送邮件到 win760520@126.com 批评指正，编者将不胜感激。

作 者

目 录



出版说明
前言
第 1 章 UG NX 9.0 简介……1
1.1 产品综述……2
1.2 UG NX 9.0 平台……2
1.2.1 操作系统要求……2
1.2.2 硬件要求……2
1.2.3 系统约定……4
1.3 界面……4
1.3.1 标题……5
1.3.2 菜单……5
1.3.3 上边框条……5
1.3.4 功能区……6
1.3.5 工作区……6
1.3.6 坐标系……6
1.3.7 快速访问工具条……7
1.3.8 资源工具条……7
1.3.9 提示行……7
1.3.10 状态行……7
1.4 功能区的定制……8
1.4.1 功能区选项卡……8
1.4.2 命令……9
1.4.3 选项……9
1.4.4 布局……10
1.4.5 角色……10
1.5 系统的基本设置……11
1.5.1 环境设置……11
1.5.2 默认参数设置……11
1.6 文件操作……14
1.6.1 新建文件……14
1.6.2 打开/关闭文件……14
1.6.3 导入/导出文件……16
1.6.4 文件操作参数设置……17
1.7 UG 参数设置……18
1.7.1 对象参数设置……18
1.7.2 用户界面参数设置……19
1.7.3 资源板参数设置……21
1.7.4 选择参数设置……22
1.7.5 装配参数设置……22
1.7.6 草图参数设置……23
1.7.7 制图预设置……24
1.7.8 建模参数设置……26
1.7.9 可视化……28
第 2 章 基本操作……33
2.1 对象操作……34
2.1.1 观察对象……34
2.1.2 选择对象……35
2.1.3 改变对象的显示方式……36
2.1.4 隐藏对象……38
2.1.5 对象变换……39
2.1.6 移动对象……45
2.2 坐标系操作……46
2.2.1 坐标系的变换……47
2.2.2 坐标系的定义……47
2.2.3 坐标系的保存、显示和隐藏……49
2.3 视图与布局……49
2.3.1 视图……49
2.3.2 布局……49
2.4 图层操作……52
2.4.1 图层的分类……52
2.4.2 图层的设置……53
2.4.3 图层的其他操作……53
第 3 章 草图绘制……55
3.1 进入草图环境……56
3.2 草图绘制……58
3.2.1 轮廓……58

3.2.2 直线 ……59
3.2.3 圆弧 ……59
3.2.4 圆 ……59
3.2.5 矩形 ……59
3.2.6 拟合曲线 ……60
3.2.7 艺术样条 ……61
3.2.8 椭圆 ……61
3.2.9 二次曲线 ……61
3.2.10 实例——轴承草图 ……62
3.3 编辑草图 ……67
3.3.1 快速修剪 ……67
3.3.2 快速延伸 ……68
3.3.3 派生曲线 ……69
3.3.4 圆角 ……69
3.3.5 镜像 ……70
3.3.6 添加现有的曲线 ……70
3.3.7 相交 ……71
3.3.8 投影 ……71
3.4 草图约束 ……72
3.4.1 尺寸约束 ……72
3.4.2 约束工具 ……73
3.4.3 实例——阶梯轴草图 ……77
3.5 综合演练——拨片草图 ……79
第 4 章 曲线功能 ……89
4.1 曲线 ……90
4.1.1 基本曲线 ……90
4.1.2 倒斜角 ……95
4.1.3 多边形 ……97
4.1.4 椭圆 ……98
4.1.5 抛物线 ……99
4.1.6 双曲线 ……100
4.1.7 艺术样条 ……100
4.1.8 规律曲线 ……102
4.1.9 实例——抛物线 ……103
4.1.10 螺旋线 ……104
4.2 派生的曲线 ……106
4.2.1 偏置 ……106
4.2.2 在面上偏置曲线 ……108
4.2.3 桥接 ……109
4.2.4 简化 ……110
4.2.5 连结 ……110
4.2.6 投影 ……111
4.2.7 组合投影 ……113
4.2.8 缠绕/展开 ……114
4.2.9 镜像曲线 ……115
4.2.10 抽取 ……115
4.2.11 相交 ……117
4.2.12 截面 ……118
4.3 曲线编辑 ……120
4.3.1 编辑曲线参数 ……120
4.3.2 修剪曲线 ……122
4.3.3 修剪拐角 ……123
4.3.4 分割曲线 ……124
4.3.5 编辑圆角 ……126
4.3.6 拉长曲线 ……127
4.3.7 曲线长度 ……128
4.3.8 光顺样条 ……129
第 5 章 特征建模 ……131
5.1 基准建模 ……132
5.1.1 点 ……132
5.1.2 基准平面 ……134
5.1.3 基准轴 ……135
5.1.4 基准 CSYS ……135
5.2 布尔运算 ……136
5.2.1 求和 ……136
5.2.2 求差 ……137
5.2.3 求交 ……138
5.3 创建体素特征 ……139
5.3.1 长方体 ……139
5.3.2 圆柱体 ……140
5.3.3 圆锥体 ……141
5.3.4 球 ……144
5.3.5 实例——时针 ……145
5.4 创建扫描特征 ……148
5.4.1 拉伸 ……148
5.4.2 旋转 ……151
5.4.3 沿导线扫掠 ……152
5.4.4 管道 ……153

5.5　综合实例——轴承座······154
第 6 章　创建成形和工程特征······162
6.1　创建成形特征······163
6.1.1　孔······163
6.1.2　凸台······164
6.1.3　腔体······165
6.1.4　垫块······168
6.1.5　键槽······169
6.1.6　槽······172
6.1.7　螺纹······173
6.1.8　实例——表后端盖······176
6.2　创建工程特征······181
6.2.1　边倒圆······181
6.2.2　面倒圆······183
6.2.3　倒斜角······185
6.2.4　实例——分针······187
6.2.5　抽壳······191
6.2.6　拔模······192
6.2.7　三角形加强筋······195
6.3　综合实例——表壳基体······196
第 7 章　特征操作和编辑······207
7.1　特征操作······208
7.1.1　阵列特征······208
7.1.2　阵列面······209
7.1.3　镜像特征······210
7.1.4　镜像几何体······211
7.1.5　抽取几何体······211
7.1.6　偏置面······214
7.1.7　缩放体······215
7.1.8　修剪体······216
7.1.9　实例——茶杯······217
7.1.10　拆分体······222
7.1.11　分割面······223
7.2　特征编辑······223
7.2.1　编辑特征参数······223
7.2.2　编辑位置······224
7.2.3　移动特征······225
7.2.4　特征重排序······225
7.2.5　抑制特征和释放······226
7.2.6　由表达式抑制······227
7.2.7　移除参数······227
7.2.8　编辑实体密度······227
7.2.9　特征回放······228
7.3　综合实例——表面······229
第 8 章　查询与分析······237
8.1　信息查询······238
8.1.1　对象信息······238
8.1.2　点信息······239
8.1.3　样条信息······239
8.1.4　B 曲面信息······240
8.1.5　表达式信息······240
8.1.6　其他信息的查询······241
8.2　几何分析······241
8.2.1　距离······241
8.2.2　角度······242
8.2.3　偏差检查······243
8.2.4　邻边偏差分析······244
8.2.5　偏差度量······245
8.2.6　弧长······245
8.3　模型分析······245
8.3.1　几何对象检查······246
8.3.2　曲线分析······246
8.3.3　曲面特性分析······248
第 9 章　曲面功能······251
9.1　自由曲面创建······252
9.1.1　通过点生成曲面······252
9.1.2　拟合曲面······254
9.1.3　直纹······255
9.1.4　通过曲线组······257
9.1.5　通过曲线网格······258
9.1.6　剖切曲面······259
9.1.7　艺术曲面······264
9.1.8　N 边曲面······266
9.1.9　扫掠······266
9.1.10　实例——头盔······267
9.2　曲面操作······273
9.2.1　延伸······273
9.2.2　规律延伸······274

9.2.3 偏置曲面 ……276
9.2.4 大致偏置 ……277
9.2.5 修剪曲面 ……278
9.2.6 加厚 ……279
9.2.7 片体到实体助理 ……280
9.3 自由曲面编辑……281
9.3.1 X 成形……281
9.3.2 扩大 ……282
9.3.3 调整阶次 ……283
9.3.4 改变刚度 ……283
9.3.5 法向反向 ……283
9.4 综合实例——衣服模特……284
第 10 章 装配建模……289
10.1 装配概述 ……290
10.1.1 相关术语和概念……290
10.1.2 引用集 ……290
10.2 装配导航器 ……291
10.2.1 功能概述……291
10.2.2 “预览”面板和“依附性”面板 ……292
10.3 自底向上装配……292
10.3.1 添加已经存在的部件……293
10.3.2 组件的装配约束……294
10.3.3 实例——柱塞泵装配……295
10.4 自顶向下装配……306
10.5 装配爆炸图 ……307
10.5.1 爆炸图的建立 ……307
10.5.2 自动爆炸视图 ……308
10.5.3 爆炸视图编辑 ……308
10.5.4 实例——柱塞泵爆炸图……309
10.6 对象干涉检查……312
10.7 组件族 ……312
10.8 装配信息查询……313
10.9 装配序列化 ……316
10.10 综合实例——表装配……317
第 11 章 钣金设计……324
11.1 NX 钣金概述……325
11.1.1 NX 钣金流程 ……326
11.1.2 NX 钣金首选项……326
11.2 钣金基本特征……328
11.2.1 突出块特征……328
11.2.2 弯边特征 ……328
11.2.3 轮廓弯边 ……330
11.2.4 放样弯边 ……331
11.2.5 二次折弯特征 ……332
11.2.6 折弯……333
11.2.7 凹坑……333
11.2.8 法向除料 ……334
11.2.9 实例——机箱顶板……335
11.3 钣金高级特征……344
11.3.1 冲压除料 ……344
11.3.2 筋 ……345
11.3.3 百叶窗 ……346
11.3.4 倒角……347
11.3.5 撕边……347
11.3.6 转换为钣金件 ……348
11.3.7 封闭拐角 ……348
11.3.8 展平实体 ……350
11.4 综合实例——机箱左右板 ……350
第 12 章 工程图……367
12.1 工程图概述……368
12.2 工程图参数预设置 ……369
12.3 图纸管理……371
12.3.1 新建工程图……371
12.3.2 编辑工程图……372
12.4 视图管理……372
12.4.1 建立基本视图 ……372
12.4.2 投影视图 ……373
12.4.3 局部放大视图 ……373
12.4.4 剖视图 ……374
12.4.5 半剖视图 ……374
12.4.6 旋转剖视图……375
12.4.7 局部剖视图……375
12.4.8 实例——创建轴承座视图……376
12.5 视图编辑……379
12.5.1 对齐视图 ……379
12.5.2 编辑截面线……380
12.5.3 视图相关编辑 ……381

12.5.4 移动/复制视图 …… 382
12.5.5 视图边界 …… 382
12.5.6 显示与更新视图 …… 383
12.6 标注与符号 …… 384
12.6.1 尺寸标注 …… 384
12.6.2 注释编辑器 …… 389
12.6.3 符号标注 …… 390
12.6.4 实例——标注轴承座工程图 …… 390
12.7 综合实例——轴工程图 …… 393
第 13 章 机构分析 …… 403
13.1 机构分析基本概念 …… 404
13.1.1 机构的组成 …… 404
13.1.2 机构自由度的计算 …… 404
13.2 仿真模型 …… 404
13.3 运动分析首选项 …… 406
13.4 连杆及运动副 …… 407
13.4.1 连杆 …… 407
13.4.2 运动副 …… 408
13.4.3 齿轮齿条副 …… 411
13.4.4 齿轮副 …… 412
13.4.5 线缆副 …… 413
13.4.6 点线接触副 …… 413
13.4.7 线线接触副 …… 414
13.4.8 点面副 …… 414
13.5 连接器和载荷 …… 415
13.5.1 弹簧 …… 415
13.5.2 阻尼 …… 415
13.5.3 标量力 …… 416
13.5.4 矢量力 …… 416
13.5.5 标量扭矩 …… 417
13.5.6 矢量扭矩 …… 417
13.5.7 弹性衬套 …… 417
13.5.8 2D 接触 …… 418
13.5.9 3D 接触 …… 419
13.6 模型编辑 …… 419
13.6.1 主模型尺寸编辑 …… 419
13.6.2 编辑运动对象 …… 420
13.7 标记和智能点 …… 420
13.7.1 标记 …… 421
13.7.2 智能点 …… 421
13.8 封装 …… 421
13.8.1 测量 …… 421
13.8.2 追踪 …… 422
13.8.3 干涉 …… 422
13.9 解算方案的创建和求解 …… 423
13.9.1 解算方案的创建 …… 423
13.9.2 求解 …… 423
13.10 运动分析 …… 423
13.10.1 动画 …… 424
13.10.2 生成图表 …… 424
13.10.3 运行电子表格 …… 425
13.10.4 载荷传递 …… 426
13.11 综合实例——落地扇运动仿真 …… 426
第 14 章 建立有限元模型 …… 434
14.1 分析模块的介绍 …… 435
14.2 有限元模型和仿真模型的建立 …… 435
14.3 模型准备 …… 437
14.3.1 理想化几何体 …… 437
14.3.2 移除几何特征 …… 438
14.4 材料属性 …… 438
14.5 添加载荷 …… 440
14.5.1 载荷类型 …… 441
14.5.2 载荷添加方案 …… 441
14.6 边界条件的加载 …… 442
14.6.1 边界条件类型 …… 442
14.6.2 约束类型 …… 442
14.7 划分网格 …… 443
14.7.1 网格类型 …… 443
14.7.2 零维网格 …… 444
14.7.3 一维网格 …… 444
14.7.4 二维网格 …… 445
14.7.5 三维四面体网格 …… 446
14.7.6 接触网格 …… 446
14.7.7 表面接触 …… 447
14.8 创建解法 …… 448

14.8.1 解算方案……448
14.8.2 步骤-子工况……449
14.9 单元操作……449
14.9.1 拆分壳……449
14.9.2 合并三角形单元……450
14.9.3 移动节点……450
14.9.4 删除单元……451
14.9.5 创建单元……451
14.9.6 单元拉伸……451
14.9.7 单元旋转……452
14.9.8 单元复制和平移……453
14.9.9 单元复制和投影……454
14.9.10 单元复制和反射……454
14.10 分析……454
14.10.1 求解……455
14.10.2 分析作业监视器……455
14.11 后处理控制……456
14.11.1 后处理视图……456
14.11.2 标识（确定结果）……458
14.11.3 动画……459
14.12 综合实例——传动轴有限元分析……459

第 1 章

UG NX 9.0 简介

UG（Unigraphics）是 Siemens 公司推出的集 CAD/CAM/CAE 为一体的三维机械设计平台，也是当今世界广泛应用的计算机辅助设计、分析和制造软件之一，广泛应用于汽车、航空航天、机械、消费产品、医疗器械、造船等行业。UG 为制造行业产品开发的全过程提供解决方案，功能包括概念设计、工程设计、性能分析和制造。本章主要介绍 UG NX 9.0 平台和软件界面，如何自定义功能区，以及文件操作等。

1.1　产品综述

UG采用基于约束的特征建模和传统的几何建模为一体的复合建模技术。UG在曲面造型、数控加工方面是强项，在分析方面较为薄弱，但它提供了分析软件 NASTRAN、ANSYS、PATRAN 接口，机构动力学软件 ADAMS 接口，注塑模分析软件 MOLDFLOW 接口等。

UG 具有以下优势。

（1）UG 可以为机械设计、模具设计以及电器设计单位提供一套完整的设计、分析和制造方案。

（2）UG 是一个完全的参数化软件，为零部件的系列化建模、装配和分析提供强大的基础支持。

（3）UG 可以管理 CAD 数据以及整个产品开发周期中所有相关数据，实现逆向工程（Reverse Engineering）和并行工程（Concurrent Engineering）等先进的设计方法。

（4）UG 可以完成包括自由曲面在内的复杂模型的创建，同时在图形显示方面运用了区域化管理方式，节省系统资源。

（5）UG 具有强大的装配功能，并在装配模块中运用了引用集的设计思想。为节省计算机资源提出了行之有效的解决方案，可以极大地提高设计效率。

随着 UG 版本的提高，软件的功能越来越强大，复杂程度也越来越高。对于汽车设计者来说，UG 是使用得最多的设计软件之一。目前，国内的大部分院校、研发部门都在使用该软件。上海汽车工业集团总公司、上海大众汽车公司、上海通用汽车公司、泛亚汽车技术中心、同济大学等都在教学和研究中使用 UG 作为工作软件。

1.2　UG NX 9.0 平台

1.2.1 操作系统要求

UG NX 9.0 软件需要有系统软件的支持才能安装和运行。软件供应商经过对 UG NX 9.0 操作系统版本的认证后，推荐的最低操作系统级别要求如表 1-1 所示。

表 1-1　认证的操作系统版本

操 作 系 统	版　　本
Microsoft Windows（64 位）	Microsoft Windows 7 专业版和企业版
Linux（64 位）	SuSE Linux Enterprise Server/Desktop 11 SP1 Red Hat Enterprise Linux Server/Desktop 6.0
Mac OS X	版本 10.7.4

1.2.2 硬件要求

定义 UG NX 9.0 软件的最低计算机硬件配置要求比较困难，因为关键配置要求（特别是内存）在不同用户之间区别很大。在购买计算机前，一般需要考虑以下准则。

1．处理器性能

尽管影响系统性能的主要因素是原始处理器速度，但其他因素对整体性能也有所影响，例如，磁盘驱动器的类型（SCSI、ATA、串行 ATA）、磁盘转速、内存速度、图形适配器和总线速度等。一般规则为“处理器越快，性能越好”，但此规则仅适用于像结构框架这样的比较。例如，仅根据各自的处理器速度，很难推断 Intel 处理器相对于 Sun SPARC 或 IBM Power 处理器的性能，而且现在也有淡化处理器速度的趋势，转而看重处理器的核芯数量（实际处理器的速度较低）。

2．多核处理器

多核处理器有两个或更多个处理器核芯，但是它们是作为单个处理器包交付的。多核技术非常复杂，并且由于配置的原因，该技术还会对性能造成负面影响。原因就在于共享系统资源的多核存在相互冲突的可能。增多的核芯数并不总是意味着更好的性能表现。例如，与单路四核芯相比，两倍脚座数双核芯的性能更好。

3．内存

Siemens PLM Software 建议在 64 位系统上至少有 4GB 内存。内存太小可能会对性能产生严重的影响，一定要始终保证足够的内存。

4．图形适配器

推荐用户使用受支持的图形适配器和经 Siemens PLM Software 认证的驱动程序，它们能满足 Siemens PLM Software 所有的要求。支持 UG NX 的图形适配器须是针对 OpenGL 设计的，不支持低端、普通或者游戏显卡，因为这些显卡设备基于 DirectX 市场开发，不能很好地支持 OpenGL。

5．鼠标和键盘

鼠标和键盘是 UG 软件必须使用到的硬件。其中鼠标须配置为三键鼠标，即左键、可以滚动的中键和右键。键盘推荐使用 101 或 102 键盘。键盘和鼠标可以单独使用，也可以配合使用，其常用功能键如表 1-2 所示。

表 1-2　鼠标与键盘的常用功能键

按　键	功　能
左键	单击和选择
中键	放大、缩小、旋转视图、确定、应用
右键	显示快捷菜单、下拉列表等
中键+右键	平移视图
Ctrl+中键	放大、缩小视图
Shift+左键	撤销选取
Shift+中键	平移视图
Alt+中键	取消
在图形区域上（而非模型）右击，或按住〈Ctrl〉键的同时在图形区域的任意处右击	启动视图弹出菜单
Tab	正向遍历对话框中的各个对话框控件
Shift+Tab	反向遍历对话框中的各个对话框控件
箭头键	在单个显示框内移动光标到单个的元素，如下拉菜单的选项
Enter	如果文本字段当前有光标移入，在对话框内激活“确定”按钮
空格/ Enter	在信息对话框内接受活动按钮

1.2.3 系统约定

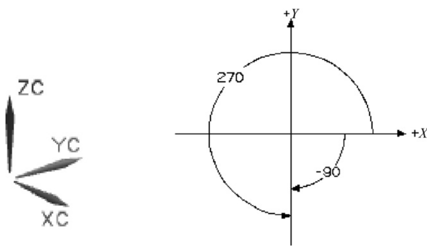


图 1-1　坐标系

右手规则用于决定旋转的方向和坐标系的方位，因此规则也决定了顺时针和逆时针方向。当用户输入了一个正值时，系统将从正向 *X* 轴或从指定的基准线逆时针测量角度。当用户输入了一个负值时，系统显示一个减号以指示以顺时针方向测量角度，如图 1-1 所示。

UG NX 允许定义平面和坐标系，以构造几何体。这些平面和坐标系完全独立于视图方向。可以在平面上创建与屏幕不平行的几何体，在新建模型时默认绝对坐标系和工作坐标系重合。

- 绝对坐标系（ACS）：绝对坐标系是开始创建新模型时使用的坐标系。该坐标系定义模型空间，并且是原位固定的位置。
- 工作坐标系（WCS）：UG NX 9.0 允许创建任意数量的坐标系，由此来创建几何体。不过，每次只能使用一个坐标系进行构造。该坐标系称为工作坐标系，激活的工作坐标系只有一个。

1.3 界面

双击桌面上 UG NX 9.0 的快捷方式图标，或者单击桌面左下方的“开始”按钮，在弹出的菜单中选择“所有程序”→“Siemens NX 9.0”→“NX 9.0”命令，启动 UG NX 9.0 中文版，如图 1-2 所示。



图 1-2　UG NX 9.0 中文版的启动画面

UG NX 9.0 的界面倾向于 Windows 风格，功能强大，设计友好。在创建一个部件文件后，

进入 UG NX 9.0 的主界面，如图 1-3 所示，其中包括标题、菜单、功能区、上边框条、工作区、坐标系、快速访问工具条、资源工具条、提示行和状态行 10 个部分。

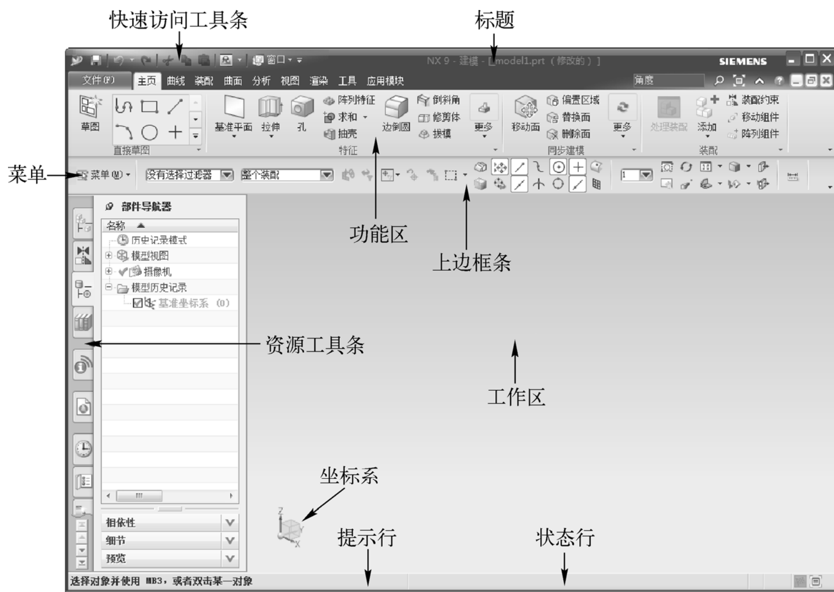


图 1-3 UG NX 9.0 主界面

1.3.1 标题

标题用来显示软件版本，以及当前的模块和文件名等信息。

1.3.2 菜单

菜单中包含了本软件的主要功能，系统的所有命令或者设置选项都归属到不同的菜单下，它们分别是：“文件”子菜单、“编辑”子菜单、“视图”子菜单、“插入”子菜单、“格式”子菜单、“工具”子菜单、“装配”子菜单、“信息”子菜单、“分析”子菜单、“首选项”子菜单、“窗口”子菜单、“GC 工具箱”子菜单和“帮助”子菜单。

当单击“菜单”时，在下拉菜单中就会显示所有与该功能有关的命令选项。图 1-4 为“工具”子菜单的命令选项。菜单有如下特点。

（1）命令字母：例如“File”的 F 是系统默认命令字母，按〈Alt+F〉即可调用该命令选项。比如要调用“文件”→“打开”命令，按〈Alt+F〉后再按〈O〉即可。

（2）命令：是实现软件各个功能所要执行的各个命令，单击它会执行相应功能。

（3）提示箭头：是指菜单命令中右方的三角箭头，表示该命令有子菜单。

（4）快捷键：命令右方的组合键即是该命令的快捷键，在工作过程中直接按组合键即可执行该命令。

1.3.3 上边框条

上边框条中含有不少快捷功能，以便用户在绘图过程中使用快捷命令，如图 1-5 所示。



图 1-4 “工具”子菜单



图 1-5 上边框条

1.3.4 功能区

功能区以图标的方式列出各个组和库中的命令功能，以“主页”选项卡为例，如图 1-6 所示，所有功能区的图形命令都可以在菜单中找到相应的命令，这样可以使用户避免在菜单中查找命令，方便操作。



图 1-6 “主页”选项卡

1.3.5 工作区

工作区是绘图的主区域。

1.3.6 坐标系

UG 中的坐标系分为工作坐标系（WCS）和绝对坐标系（ACS），其中工作坐标系是用户在建模时直接应用的坐标系。

1.3.7 快速访问工具条

快速访问工具条在标题左边，其中含有一些常用命令，以方便绘图工作。

1.3.8 资源工具条

资源工具条（如图 1–7 所示）中包括：装配导航器、部件导航器、Web 浏览器、历史记录、系统材料等。

单击导航器或浏览器按钮会弹出页面显示窗口，当单击按钮（如图 1–8 所示）时可以切换页面的固定和滑移状态。

单击 Web 浏览器图标，显示 UG NX 9.0 的在线帮助、CAST、e-vis、iMan，或其他任何网站和网页。也可用“菜单”→“首选项”→“用户界面”菜单命令来配置浏览器主页，如图 1–9 所示。

单击“历史”图标，可访问打开过的零件列表，可以预览零件及其他相关信息，如图 1–10 所示。









图 1–7 资源工具条　　图 1–8 固定窗口　　图 1–9 配置浏览器主页　　图 1–10 历史信息

1.3.9 提示行

提示行用来提示用户如何操作。执行每个命令时，系统都会在提示行中显示用户必须执行的下一步操作。对于用户不熟悉的命令，利用提示行帮助，一般都可以顺利完成操作。

1.3.10 状态行

状态行主要用于显示系统或图元的状态，例如显示是否选中图元等信息。

1.4 功能区的定制

UG 中的功能区可以为用户工作提供方便，但是进入应用模块之后，UG 只会显示默认的功能区图标设置，然而，用户也可以根据自己的习惯定制独特风格的功能区。本节将介绍功能区的设置。

选择“菜单”→“工具”→“定制”命令（如图 1-11 所示）或者在功能区空白处的任意位置右击，从弹出的菜单（如图 1-12 所示）中选择“定制”命令就可以打开“定制”对话框，如图 1-13 所示。对话框中有 7 个功能选项：功能区选项卡、QAT/边框条、命令、快捷方式、选项、布局和角色。单击相应的标签后，对话框会随之显示对应的选项，即可进行功能区的定制，完成后单击对话框下方的“关闭”按钮即可退出对话框。



图 1-11 选择“定制”命令

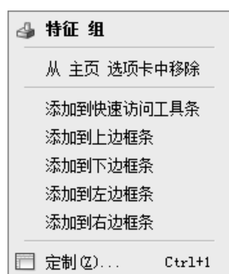


图 1-12 弹出的菜单



图 1-13 “功能区选项卡”选项卡

1.4.1 功能区选项卡

“功能区选项卡”选项卡（如图 1-13 所示）用于设置显示或隐藏某些功能区、新建功能区、装载定义好的功能区，也可以利用“重置”命令来恢复软件功能区的默认设置。

1.4.2 命令

“命令”选项卡用于显示或隐藏功能区中的某些图标命令，如图 1-14 所示。

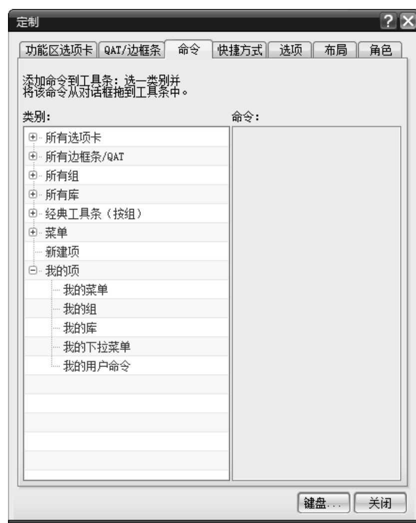


图 1-14 “命令”选项卡

具体操作为：在“类别”列表框中找到需要添加命令的功能区，然后在“命令”列表框中找到待添加的命令，将该命令拖至工作窗口的相应功能区中即可。对于功能区上不需要的命令图标，右击并选择“移除”命令即可。用同样的方法也可以将命令图标拖动到菜单中。

1.4.3 选项

“选项”选项卡（如图 1-15 所示）用于设置是否显示完整的菜单列表，是否显示工具提示和菜单图标大小等。

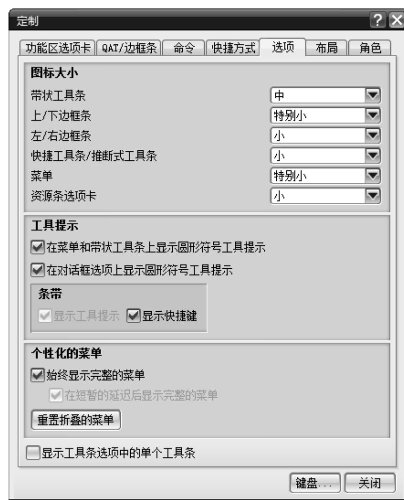


图 1-15 “选项”选项卡

1.4.4 布局

“布局”选项卡（如图 1-16 所示）中包括对“重置当前应用模块的布局”的设置选项，以及“提示行/状态行位置”的设置选项。



图 1-16 “布局”选项卡

1.4.5 角色

“着色”选项卡（如图 1-17 所示）主要用于对“角色”的“加载”和“创建”设置。

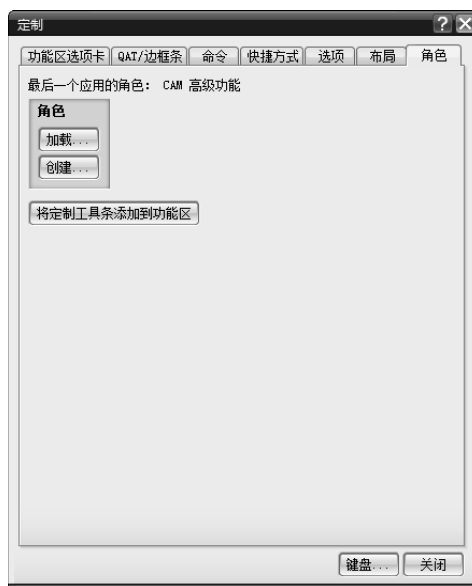


图 1-17 “角色”选项卡

1.5 系统的基本设置

在使用 UG NX 9.0 中文版进行建模之前，首先要对 UG NX 9.0 中文版进行系统设置。下面主要介绍系统的环境设置和参数设置。

1.5.1 环境设置

在 Windows 7 中，软件的工作路径是由系统注册表和环境变量来设置的。UG NX 9.0 安装以后，会自动建立一些系统环境变量，如 UGII_BASE_DIR、UGII_LANG 和 UG_ROOT_DIR 等。如果用户要添加环境变量，可以在“计算机”图标上右击，在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，弹出如图 1-18 所示的“系统”窗口，单击左上角的“高级系统设置”选项，在弹出的“系统属性”对话框中单击“环境变量”按钮，弹出如图 1-19 所示的“环境变量”对话框。



图 1-18 “系统”窗口

如果要对 UG NX 9.0 进行中英文界面的切换，可以在如图 1-19 所示对话框中的“系统变量”列表框中选中“UGII_LANG”，然后单击下面的“编辑”按钮，弹出如图 1-20 所示的“编辑系统变量”对话框，在“变量值”文本框中输入“simple_chinese”（中文）或“english”（英文）就可实现中英文界面的切换。

1.5.2 默认参数设置

在 UG NX 9.0 环境中，操作参数一般都可以修改。大多数的操作参数，如图形尺寸的单位、尺寸的标注方式、字体的大小以及对象的颜色等，都有默认值。参数的默认值都保存在默认参数设置文件中，当启动 UG NX 9.0 时，会自动调用默认参数设置文件中的默认参数。



UG NX 9.0 提供了修改默认参数的方式，用户可以根据自己的习惯预先设置默认参数的默认值，以提高设计效率。

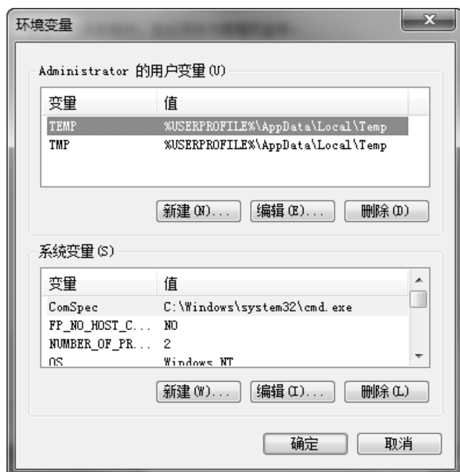




图 1-19 “环境变量”对话框

图 1-20 “编辑系统变量”对话框

选择“菜单”→“文件”→“实用工具”→“用户默认设置”命令，弹出如图 1-21 所示的“用户默认设置”对话框。



图 1-21 “用户默认设置”对话框

在该对话框中可以修改默认参数的默认值，查找所需默认设置的作用域和版本，把默认参数以电子表格的格式输出，升级旧版本的默认设置等。

下面介绍如图 1-22 所示对话框中主要选项的用法。

1．查找默认设置

单击“查找”图标，弹出如图 1-22 所示的“查找默认设置”对话框，在该对话框的“输入与默认设置关联的字符”文本框中输入要查找的默认设置，单击“查找”按钮，则在“找到的默认设置”列表框中列出其应用模块、类别、选项卡、设置、已修改的版本等信息。

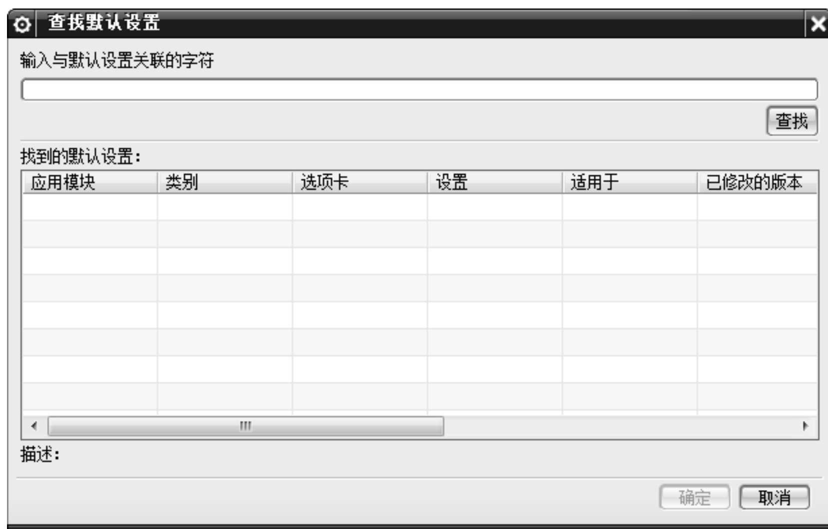


图 1-22 “查找默认设置”对话框

2．管理当前设置

单击“管理”图标，弹出如图 1-23 所示的“管理当前设置”对话框。在该对话框中可以实现对默认设置的“新建”“删除”“导入”“导出”和“以电子表格”的格式输出默认设置。

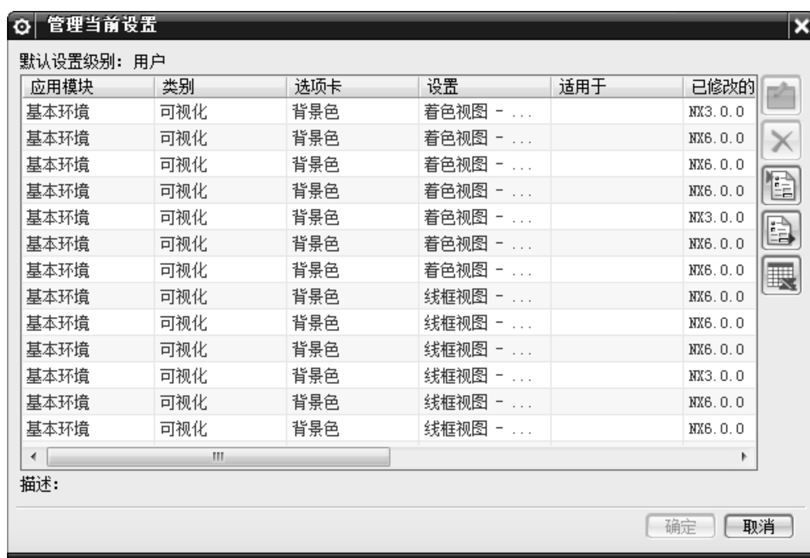


图 1-23 “管理当前设置”对话框

1.6 文件操作

本节将介绍文件的操作，包括新建文件、打开/关闭文件、保存文件、导入/导出文件操作设置等。

1.6.1 新建文件

本节将介绍如何新建一个.prt 文件。具体方法是：选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或者在功能区中依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，或者按〈Ctrl+N〉组合键，打开如图 1-24 所示的“新建”对话框。



图 1-24 “新建”对话框

在“新建”对话框的“模板”列表框中选择适当的模板，然后在“新文件名”中的“文件夹”文本框中确定新建文件的保存路径，在“名称”文本框中输入文件名，设置完后单击“确定”按钮即可。

 提示：

UG 并不支持中文路径以及中文文件名，所以需要以英文字母命名文件，否则会认为文件名无效。另外，文件在移动或复制时也要注意路径中不要有中文字符，否则系统会将其视为无效文件。这一点，直到 UG NX 9.0 依旧没有改变。

1.6.2 打开/关闭文件

选择“菜单”→“文件”→“打开”命令或者在功能区中依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“打开”图标或者按〈Ctrl+O〉组合键，打开如图 1-25 所示的“打开”对话框，对话框中会列出当前目录下的所有有效文件以供选择。这里所指的有效文件是由用户在“文件类型”下拉列表框中的设置来决定的。若选中“仅加载结构”复选框，则当打开一个装配零件时不调用其中的组件。



图 1-25 “打开”对话框

另外，可以通过单击“文件”子菜单下的“最近打开的部件”命令来有选择性地打开最近打开过的文件。

关闭文件可以通过选择“菜单”→“文件”→“关闭”下的子菜单命令来完成，如图 1-26 所示。

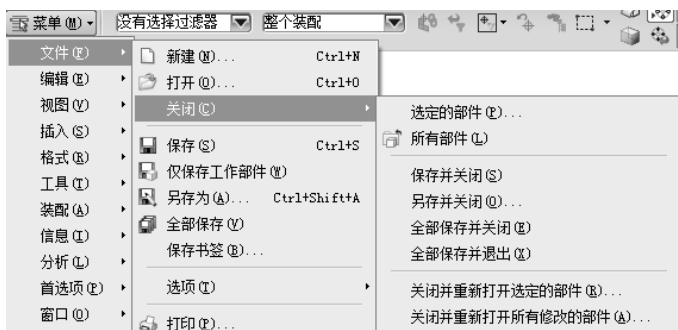


图 1-26 “关闭”子菜单

选择“菜单”→“文件”→“关闭”→“选定的部件”命令，打开如图 1-27 所示的“关闭部件”对话框，用户选取要关闭的文件，然后单击“确定”按钮即可。关于对话框的其他选项的解释如下。

（1）顶层装配部件：当选中该单选按钮时，在文件列表中只列出顶层装配文件，而不列出装配中包含的组件。

（2）会话中的所有部件：当选中该单选按钮时，在文件列表列出当前进程中所有载入的文件。

（3）仅部件：当选中该单选按钮时，仅关闭所选择的文件。

（4）部件和组件：当选中该单选按钮时，如果所选择的文件是装配文件，则会将所有属于该装配文件的组件文件一起关闭。

（5）关闭所有打开的部件：单击该按钮，可以关闭所有文件，但系统会弹出警示对话框，



如图 1-28 所示，提示用户已有部分文件做修改，让用户进一步确定是否关闭文件。

其他的命令与之相似，只是要在关闭之前再保存一次，此处不再赘述。

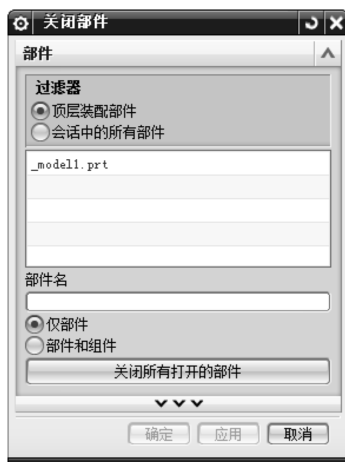


图 1-27 “关闭部件”对话框

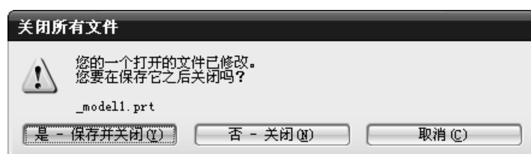


图 1-28 “关闭所有文件”对话框

1.6.3 导入/导出文件

1．导入文件

选择“菜单”→“文件”→“导入”命令后，系统会打开如图 1-29 所示的“导入”子菜单，提供 UG 与其他应用程序文件格式的接口，其中常用的有“部件”“CGM”“DXF/DWG”等格式文件。

以下介绍部分格式文件。

（1）部件：UG 系统提供的将已存在的零件文件导入到目前打开的零件文件或新文件中，还可以导入 CAM 对象。选择“部件”命令名，弹出“导入部件”对话框，如图 1-30 所示。其中各选项的功能如下。



图 1-29 “导入”子菜单



图 1-30 “导入部件”对话框

- 比例：该文本框用于设置导入零件的大小比例。如果导入的零件含有自由曲面，系统将限制比例值为 1。
- 创建命名的组：选择该复选框后，系统会将导入的零件中的所有对象建立群组，该群组的名称即是该零件文件的原始名称，并且该零件文件的属性将转换为导入的所有对象的属性。
- 导入视图和摄像机：选中该复选框后，导入的零件中若包含用户自定义布局和查看方式，则系统会将其相关参数和对象一同导入。
- 导入 CAM 对象：选中该复选框后，若零件中含有 CAM 对象，则一同导入。
- 工作的：选中该单选按钮后，导入零件的所有对象将属于当前的工作图层。
- 原始的：选中该单选按钮后，导入的所有对象还属于原来的图层。
- WCS：选择该单选按钮后，在导入对象时以工作坐标系为定位基准。
- 指定：选中该单选按钮后，系统将在导入对象后显示坐标子菜单，采用用户自定义的定位基准，定义之后，系统将以该坐标系作为导入对象的定位基准。

（2）Parasolid：单击该命令后系统会打开对话框以导入（*.x_t）格式文件，允许用户导入含有适当文字格式文件的实体（Parasolid），该文字格式文件含有说明该实体的数据。导入的实体密度保持不变，除透明度外，表面属性（颜色、反射参数等）保持不变。

（3）CGM：单击该命令可导入 CGM（Computer Graphic Metafile）文件，即标准的 ANSI 格式的计算机图形中继文件。

（4）IGES：单击该命令可以导入 IGES 格式文件。IGES（Initial Graphics Exchange Specification）是可在一般 CAD/CAM 应用软件间转换的常用格式，可供各 CAD/CAM 相关应用程序转换点、线、曲面等对象。

（5）AutoCAD DFX/DWG：单击该命令可以导入 DFX/DWG 格式文件，可将其他 CAD/CAM 相关应用程序导出的 DFX/DWG 文件导入到 UG 中，具体操作与 IGES 命令相同。

2．导出文件

执行“菜单”→“文件”→“导出”命令，可以将 UG 文件导出为除自身外的多种文件格式，包括图片、数据文件和其他各种应用程序文件格式。

1.6.4 文件操作参数设置

1．载入选项

选择“菜单”→“文件”→“选项”→“装配加载选项”命令，打开如图 1-31 所示的“装配加载选项”对话框。

以下对其主要参数进行说明。

（1）加载（“部件版本”选项组）：该选项用于设置加载的方式，其下拉列表中有 3 个选项。

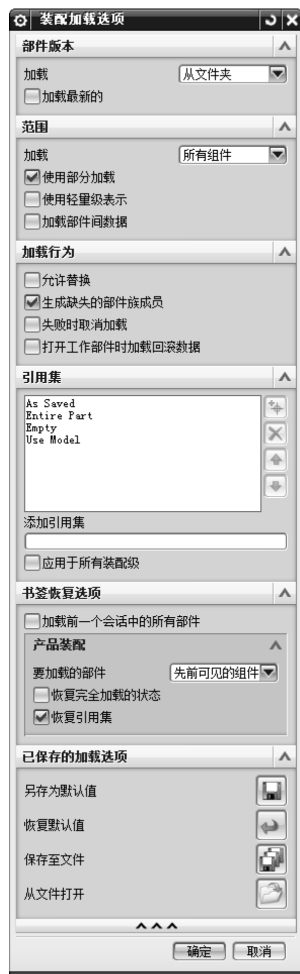


图 1-31 “装配加载选项”对话框

● 按照保存的：该选项用于指定载入的零件目录与保存零件的目录相同。
● 从文件夹：指定加载零件的文件夹与主要组件相同。
● 从搜索文件夹：利用此对话框下的“显示会话文件夹”按钮进行搜寻。

（2）加载（“范围”选项组）：该选项用于设置零件的载入方式，该下拉列表中有 5 个选项。

（3）使用部分加载：取消选中该复选框时，系统会将所有组件一并载入；反之，系统仅允许用户打开部分组件文件。

（4）允许替换：选中该复选框，当组件文件载入零件时，即使该零件不属于该组件文件，系统也允许用户打开该零件。

（5）失败时取消加载：该复选框用于控制当系统载入发生错误时，是否中止载入文件。

2．保存选项

选择“菜单”→“文件”→“选项”→“保存选项”命令，打开如图 1-32 所示的“保存选项”对话框。在该对话框中可以进行相关参数设置。



图 1-32 “保存选项”对话框

下面就介绍对话框中的部分参数。

（1）保存时压缩部件：选中该复选框后，保存时系统会自动压缩零件文件，文件压缩需要花费较长时间，所以一般用于大型组件文件或复杂文件。

（2）生成重量数据：该复选框用于设置是否更新并保存元件的重量及质量特性，并将其信息与元件一同保存。

（3）保存图样数据：该选项组用于设置保存零件文件时，是否保存图样数据。

● 否：表示不保存。
● 仅图样数据：表示仅保存图样数据而不保存着色数据。
● 图样和着色数据：表示全部保存。

1.7 UG 参数设置

UG 参数设置主要用于设置 UG 系统默认的一些控制参数。所有的参数设置命令均在主菜单“首选项”下面，当进入相应的命令中时，每个命令还会有具体的设置。

另外，也可以通过修改 UG 安装目录下的 UGII 文件夹中的 ugii_env.dat 和 ugii_metric.def 或相关模块的.def 文件来修改 UG 的默认设置。

1.7.1 对象参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“对象”命令，系统打开如图 1-33 所示的“对象首选项”对话框。该对话框主要用于设置产生新对象的属性，例如“线型”“宽度”“颜色”等，通过编辑，用户可以进行个性化的设置。

以下对“对象首选项”对话框中的相关选项进行说明。



图 1–33 “对象首选项”对话框

（1）工作图层：用于设置新对象的存储图层。在文本框中输入图层号后，系统会自动将新建对象存储在该图层中。

（2）类型/颜色/线型/宽度：在相应下拉列表框中设置了多种选项，例如，有 7 种线型选项和 3 种线宽选项。

（3）面分析：该复选框用于确定是否在面上显示该面的分析效果。

（4）透明度：该选项用于设置是否使对象显示处于透明状态，用户可以通过滑块来改变透明度。

（5）继承：用于继承某个对象的属性设置并以此来设置新创建对象的预设置。单击此按钮并选择要继承的对象，以后新建的对象就会和所选取的对象具有同样的属性。

（6）信息：用于显示并列出对象属性设置的信息对话框。

1.7.2 用户界面参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“用户界面”命令，系统打开如图 1–34 所示的“用户界面首选项”对话框。此对话框中包含了“常规”“布局”“宏”“操作记录”和“用户工具”5 个选项卡，以下就针对对话框（图 1–34）的部分选项介绍其用法。

1．常规

（1）已显示的小数位数：该文本框用于设置“对话框”文本框中数据的小数点后的位数，一般情况下，系统所显示的数字位数不会大于 7。用户可以在此更改其显示数字，例如设置成 4 时，如果输入的数据为 2.13654804，那么结果只会显示为 2.1365。

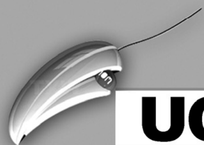
（2）确认撤销：该复选框用于设置当执行撤销命令时，系统是否显示确认对话框。设置此复选框的目的在于让用户确认撤销的动作是否要执行。

2．布局

该选项卡用于设置 UG 工作区左侧资源工具条的状态，如图 1–35 所示，其中可以设置资源工具条的主页、停靠位置、自动飞出与否等。

3．宏

宏是一个存储一系列描述用户键盘和鼠标在 UG 交互过程中操作语句的文件（扩展名为



“.macro”)，任意一串交互输入操作都可以记录到宏文件中，然后可以通过简单的播放功能来重放记录的操作，如图 1-36 所示。宏对于执行重复的、复杂的或较长时间的任务十分有用，而且还可以使用户工作环境个性化。



图 1-34 “用户界面首选项”对话框



图 1-35 “布局”选项卡



图 1-36 “宏”选项卡

对于宏记录的内容，用户可以通过记事本打开保存的宏文件，可以查看系统记录的全过程。

（1）录制所有的变换：该复选框用于设置在记录宏时是否记录所有的动作。选中该复选框后，系统会记录所有的操作，所以文件会较大；当不选中该复选框时，系统仅记录动作结果，因此宏文件较小。

（2）显示回放中的对话框：该复选框用于设置在回放时是否显示设置对话框。

（3）无限期暂停：该复选框用于设置记录宏时，如果用户执行了暂停命令，则在播放宏时，系统会在指定的暂停时刻显示对话框并停止播放宏，提示用户单击 OK 后方可继续播放。

（4）暂停时间：该文本框用于设置暂停时间，单位为 s。

4．操作记录

在该选项卡中可以设置操作文件的各种格式，如图 1-37 所示。

5．用户工具

该选项卡用于装载用户自定义的工具文件、显示或隐藏用户定义的工具。如图 1-38 所示，“用户工具”列表框中显示已装载的用户自定义的工具文件。单击“加载”按钮即可装载用户自定义工具栏文件（扩展名为“.utd”)，用户自定义工具文件可以以对话框形式显示，也可以以工具图标形式显示。

此外，UG 提供的用户工具可使用户的开发结果与 UG 的集成交互界面有机地结合起来，形成一个风格一致的统一界面，方便了用户的使用和操作。



图 1-37 “操作记录”选项卡



图 1-38 “用户工具”选项卡

1.7.3 资源板参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“资源板”命令，系统打开如图 1-39 所示的“资源板”对话框。该功能是自 UG NX 2.0 开始添加的，主要用于控制整个窗口最左边的资源工具条的显示。模板资源用于处理大量重复性工作，可以最大程度地减少重复性工作。



图 1-39 “资源板”对话框

以下对“资源板”对话框中的选项功能进行介绍。

（1）新建资源板：单击该按钮后，用户可以设置一个自己的加工、制图、环境设置的模板，用于完成以后的重复性工作。

（2）打开资源板：单击该按钮后，打开一些系统已完成的模板文件。系统会提示选择

“*.pax”模板文件。

（3）打开目录作为资源板：单击该按钮后，用户可以选择一个文件夹作为模板。

（4）打开目录作为模板资源板：单击该按钮后，选择一文件路径作为模板。

（5）打开目录作为角色资源板：单击该按钮后，打开一些角色作为模板。

1.7.4 选择参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“选择”命令，系统打开如图 1-40 所示的“选择首选项”对话框。在该对话框中可以设置光标选择对象后，系统所显现的默认“颜色”、“选择球大小”和“确认选择”等选项，以下介绍相关用法。

（1）鼠标手势：该下拉列表框用于设置选择方式，包括矩形和套索方式。

（2）选择规则：该下拉列表框用于设置选择规则，包括“内部”“外部”“交叉”“内部/交叉”和“外部/交叉”5 个选项。

（3）着色视图：该下拉列表框用于设置系统着色时对象的显示方式，包括“高亮显示面”和“高亮显示边”两个选项。

（4）面分析视图：该下拉列表框用于设置面分析时的视图显示方式，包括“高亮显示面”和“高亮显示边”两个选项。

（5）选择半径：该下拉列表框用于设置选择球的大小，包括“小”“中”和“大”3 个选项。

（6）延迟时快速拾取：选择该复选框之后，可以设置预显示的参数。该选项用于控制预选对象是否高亮显示。复选框下的“延迟”数值框用于控制预选对象时高亮显示对象的时间。

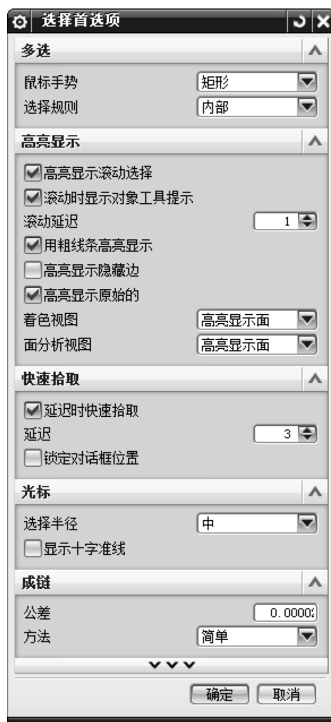


图 1-40 “选择首选项”对话框

（7）公差：该文本框用于设置链接曲线时，彼此相邻的曲线端点间允许的最大间隙。链接公差值设置得越小，链接选取就越精确，相反，值越大，就越不精确。

（8）方法：该下拉列表中有 4 个选项，包括“简单”“WCS”“WCS 左侧”和“WCS 右侧”。

- 简单：该方式用于选择彼此首尾相连的曲线串。
- WCS：该方式用于在当前 *XC-YC* 坐标平面上选择彼此首尾相连的曲线串。
- WCS 左侧：该方式用于在当前 *XC-YC* 坐标平面上，从链接开始点至结束点沿左侧路线选择彼此首尾相连的曲线串。
- WCS 右侧：该方式用于在当前 *XC-YC* 坐标平面上，从链接开始点至结束点沿右侧路线选择彼此首尾相连的曲线串。

简单方法由系统自动识别，它最为常用。当需要链接的对象含有两条链接路径时，一般选用后两种方式，用于指定是沿左链接还是沿右链接。

1.7.5 装配参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“装配”命令，系统打开如图 1-41 所示的“装配首选项”对话框。该对话框用于设置装配的相关参数。

以下介绍“装配首选项”对话框中部分选项的作用。

（1）保持：该复选框用于设置是否保留工作组件。选中该复选框，在改变显示组件时，如果工作组件是显示组件的下级组件，则工作组件保持不变。

（2）选择组件成员：该复选框用于设置是否首先选择组件。勾选该复选框，则在选择属于某个子装配的组件时，首先选择的是子装配中的组件，而不是子装配。

（3）描述性部件名样式：该选项用于设置部件名称的显示类型。其中包括文件名、描述和指定的属性 3 种方式。



图 1-41 “装配首选项”对话框

1.7.6 草图参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“草图”命令，系统打开如图 1-42 所示的“草图首选项”对话框。该对话框用于改变草图设置的默认值并控制某些草图对象的显示。



图 1-42 “草图首选项”对话框

“草图首选项”对话框中的选项功能介绍如下。

（1）捕捉角：此选项可以为竖直和水平直线指定默认的捕捉角公差值。如果有一条用端点指定的直线，它相对于水平参考或竖直参考的夹角小于或等于捕捉角的值，那么，这条直线会自动地捕捉至竖直或水平的位置。

捕捉角的默认值是 3°。可以指定的最大值是 20°。如果不想让直线自动地捕捉至水平或竖直的位置，可将捕捉角设定为 0°。

（2）文本高度：此选项可以指定在尺寸中文本的大小（默认值是 0.125）。

（3）尺寸标签：此选项可以控制如何显示草图尺寸中的表达式。下拉列表中有以下 3 个选项。

● 表达式：显示整个表达式，例如 P2=P3*4。



- 名称：仅显示表达式的名称，例如 P2。
- 值：显示表达式的数值。

（4）更改视图方位：如果取消选中该复选框，则当草图被激活时，显示激活草图的视图就不会返回其原先的方向。如果选中该复选框，则当草图被激活时，视图方向将会改变。

（5）保持图层状态：当激活草图时，草图所在的层自动地变为工作层。当选中该复选框并且使草图不激活时，草图所在的层将返回其先前的状态（即它不再是工作层）。草图激活之前的工作层将重新变为工作层。如果取消选中该复选框（默认设置），则当使草图不激活时，此草图的层保持为工作层。

（6）显示自由度箭头：该复选框用于控制自由度箭头的显示。默认设置为选中。当取消选中该复选框时，箭头的显示置为“关闭”。然而，这并不意味着约束了草图。

（7）显示约束符号：该复选框用于控制约束是否动态显示。

（8）名称前缀：这个选项可以为草图几何体的名称指定前缀。

1.7.7 制图预设置

制图首选项包括尺寸参数、文字参数、单位和视图参数等制图注释参数。选择“菜单”→“首选项”→“制图”命令，系统弹出如图 1-43 所示的“制图首选项”对话框。该对话框中包含 10 个选项卡。下面介绍常用的几种参数的设置方法。

（1）尺寸：设置尺寸相关的参数的时候，用户可以根据标注尺寸的需要，利用对话框中上部的尺寸和直线/箭头工具条进行设置。在尺寸设置中主要有以下几个选项。

- 尺寸线：根据标注的尺寸的需要，设置箭头之间是否有线或者修剪尺寸线。
- 方向和位置：在下拉列表中可以选择 5 种文本的放置位置，如图 1-44 所示。



图 1-43 “制图首选项”对话框

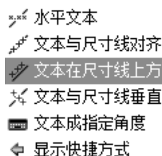


图 1-44 尺寸值的放置位置

- 公差文本：可以设置最高 6 位的精度和 12 种类型的公差，图 1-45 显示了可以设置的 12 种公差形式。

● 倒斜角方式：系统提供了 4 种类型的倒斜角样式，可以设置分割线样式和间隔，也可以设置指引线的格式。

（2）公共："直线/箭头"选项如图 1-46 所示。

● 箭头：该选项用于设置剖视图中的截面线箭头的参数，用户可以改变箭头的大小和箭头的长度以及角度。

● 箭头线：该选项用于设置截面延长线的参数。用户可以修改剖面延长线的长度以及图形框之间的距离。

直线和箭头相关参数的设置包括设置尺寸线箭头的类型和箭头的形状参数，设置尺寸线、延长线和箭头的显示颜色、线形和线宽。在设置参数时，用户根据要设置的尺寸和箭头的形式，在对话框中选择箭头的类型，并且输入箭头的参数值。如果需要，还可以在下部的选项中改变尺寸线和箭头的颜色。

● 文字：设置文字相关的参数时，用户可以设置 4 种"文字类型"选项参数，即"尺寸""附加的""公差"和"一般"。设置文字参数时，先选择文字对齐位置和文本对齐方式，再选择要设置的"文字类型"参数，最后在"文字大小""间隙因子""宽高比"和"行间距因子"等文本框中输入参数值，这时用户可在预览窗口中看到文字的显示效果。

1.00
±.05
+.05
-.02
+.05
-.00
+.00
-.02
.8
.7
.7
.8
.8-.7
.7-.8
H7
1.00

图 1-45　12 种公差形式

● 符号：符号参数选项可以设置符号的颜色、线型和线宽等参数。

（3）注释：设置各种标注的颜色、线条和线宽。

剖面线/区域填充：用于设置各种填充线/剖面线样式和类型，并且可以设置角度和线型。在此选项中设置了区域内应该填充的图形、比例和角度等，如图 1-47 所示。

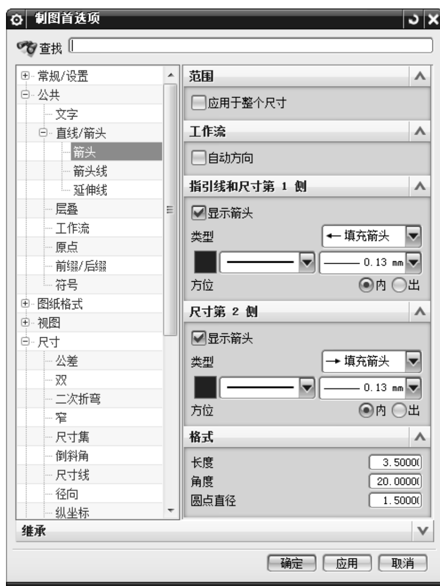


图 1-46　"直线/箭头"选项



图 1-47　"剖面线/区域填充"选项

（4）表：用于设置二维工程图表格的格式、文字标注等参数。

- 零件明细表：用于指定生成明细表时，默认的符号、标号顺序、排列顺序和更新控制等。
- 单元格：用来控制表格中每个单元格的格式、内容和边界线设置等。

1.7.8 建模参数设置

选择“菜单”→“首选项”→“建模”命令，打开如图 1-48 所示的“建模首选项”对话框。该对话框用于设置建模参数和特性，如距离公差、角度公差、密度、密度单位和曲面网格。一旦定义了一组参数，随后生成的所有对象都符合那些特殊设置。“建模首选项”对话框中所有选项功能介绍如下。



图 1-48 “建模首选项”对话框

1．常规

（1）体类型：该选项组用于设置当生成依附于曲线的某种类型的体时，是生成一个实体还是片体，可在“实体”与“片体”之间切换。该选项可与“通过曲线网格”“通过曲线”“扫掠”“截面”和“直纹”等自由形式特征生成选项及“拉伸体”与“旋转体”特征生成选项一起使用。

（2）距离公差：该选项用于设置建模距离公差。在“建模”中，可使用这个公差值来生成扫掠、旋转实体、正在截取的实体和许多其他功能。例如，生成片体时，距离公差指定原先曲面上的对应点与生成的 B 曲面之间的最大允许距离。

（3）角度公差：这个选项可以设置角度公差。角度公差是在对应点的曲面法向之间的最大允许角度，或在对应点的曲线切向矢量之间的最大允许角度。

（4）密度：该选项可以将指定的默认密度值设置给当前部件中随后生成的实体。

（5）密度单位：此选项可以将指定的默认密度单位设置给当前部件中随后生成的实体。

改变密度单位将会使系统根据新的单位重新计算当前的密度值。如果需要，仍然可以改变密度值。

（6）网格线：此选项可以指定正在生成的体的面上 U 和 V 方向的网格曲线的数量。如果“U 向计数”和“V 向计数”都是 0，则网格显示将添加到所有新生成的、曲面类型为 B 曲面、偏置曲面、拉伸面或外部面的面中。网格也将被添加到所有自由曲面和扫掠特征的面中。网格曲线仅仅是一个显示特征。网格曲线的数量不会影响实际曲面的精确度。然而，如果网格数量太少，曲面可能会显示为锯齿状。为保持较为光顺的显示，就应该使用更多数量的网格曲线。

2．更新

“更新”选项卡如图 1-49 所示。

（1）特征/标记：此选项可在生成和编辑特征的过程中，控制系统多长时间设置一次更新所使用的内部标记。例如，一个值为 5 的“特征/标记”，意味着在生成或编辑五个特征后将设置一个标记。有了这些标记，就只能对最新的修改进行更新。同 UG 早期版本所要求的一样，整个模型不再需要更新。当编辑特征时，系统将最近的先前标记定位到该特征上。通常，只有在标记后生成或编辑的特征才可以更新。有时，如果一些其他特征直接与在标记后生成或编辑的特征相关，则它们也会被更新。


提示：

特征/标记的值越小，在更新模型时，重新生成的特征的数量就越少。然而，值越小，对系统资源（如内存和硬盘空间）的要求也越高。

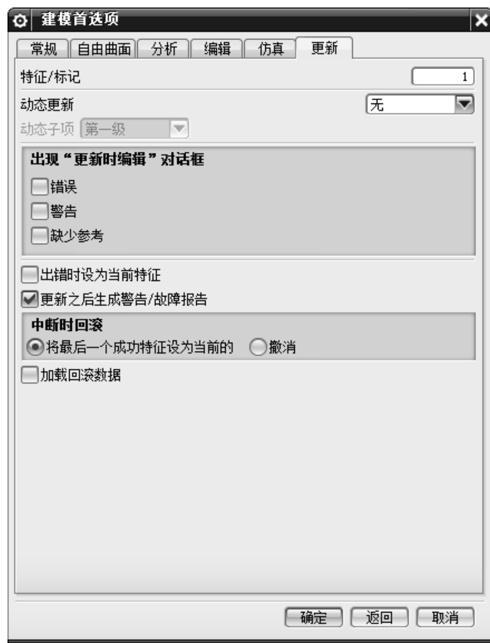


图 1-49 “更新”选项卡

（2）动态更新：该下拉列表框用于指定系统在更新体的父曲线、样条、桥接曲线、直线或弧时，实时动态显示该体如何改变。正在改变的体的显示是临时的，直到完成编辑操作，它才变为永久的。该下拉列表中有 3 个选项。

- 连续：当移动鼠标编辑父曲线时，子体连续动态更新。当编辑体的父曲线时，此设置提供了来自图形显示的实时动态响应。当连续动态更新没有过多地降低系统速度时，可使用此设置。
- 增量：在编辑父曲线（例如，拖动艺术样条极点）时，每次停止移动鼠标，子体就动态更新一次。当连续动态更新过多而降低系统速度时，可使用此设置。
- 无：在编辑体的父曲线的过程中禁用“动态更新”。

（3）动态子项：此下拉列表框从属于“动态更新”下拉列表框，用于决定其父曲线正在被编辑的体显示的动态更新程度。其下拉列表中有 2 个选项。

- 第一级：选中该选项后，在编辑过程中，只有那些直接从曲线或正在编辑的曲线中衍生出的特征才动态更新。“第一级”被定义为第一个体，它可以从曲线中衍生出来，

并且它不是隐藏的或放置在不可见层上的。

- 所有级别：选中该选项后，允许那些依附曲线或正在编辑的曲线的所有特征在编辑过程中动态更新。如果在“动态更新”下拉列表框中选择“无”，系统将忽略“动态子项”设置。

如果通过选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“编辑参数”命令，编辑样条、直线、弧和桥接特征，则会忽略“动态子项”设置。

3．自由曲面

“自由曲面”选项卡如图 1-50 所示。

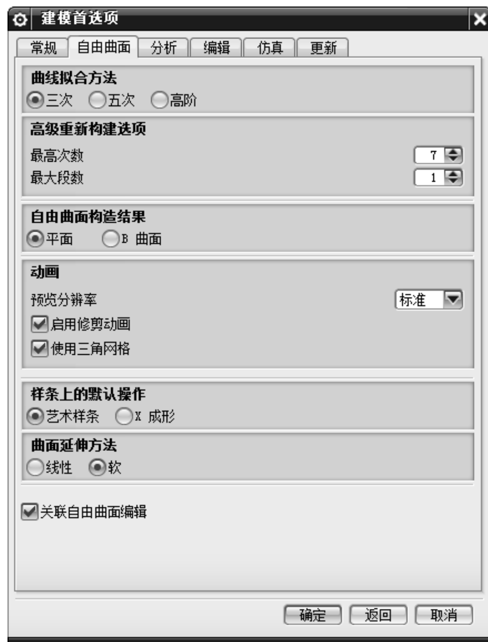


图 1-50 “自由曲面”选项卡

（1）曲线拟合方法：此选项组控制当必须用样条逼近曲线时所使用的拟合方式，有 3 种选择。

- 三次：使用阶次为 3 的样条。如果需要将样条数据转移到另外一个只支持阶次为 3 的样条的系统上，就必须使用这个选项。
- 五次：使用阶次为 5 的样条。用五次拟合方式生成的曲线，其段的数量比那些用三次拟合方式生成的曲线的段的数量少，而且更容易通过移动极点来进行编辑。曲率分布更光顺，并且可以更好地复制真实曲线的曲率特性。
- 高阶：使用更为高次的样条曲线拟合，要求曲线光顺性更高，但一般不常用。

（2）自由曲面构造结果：这个选项组可以在使用“通过曲线”“通过曲线网格”“扫掠”和“直纹”选项时控制自由形式特征的生成，其下有两个选项。

- 平面：该单选按钮用于设置“打开”并且生成几何体将产生平面时，是否生成一个有界平面。
- B 曲面：该单选按钮用于告知系统总是生成 B 曲面。使用有界平面代替 B 曲面可提高后续应用的性能和可靠性。然而，如果曲面的等参数曲线或流线对应用非常重要，则 B 曲面选项可以控制这些数据。

1.7.9 可视化

可视化预设置用于设置影响图形窗口的显示属性。

选择“菜单”→“首选项”→“可视化”命令，系统会打开如图 1-51 所示的“可视化首选项”对话框。该对话框包含 9 个选项卡。

1．颜色/字体

选中“颜色/字体”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-51 所示。该选项卡用于设置“预选对象”“选择对象”“前景”“背景”等对象的颜色。

2．小平面化

选中“小平面化”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-52 所示。该选项卡用于设置利用小平面进行着色时的参数。

3．可视

选中“可视”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-53 所示。该选项卡用于设置实体在视图中的显示特性，其部件设置中各参数的改变只影响所选择的视图，但“透明度”“直线反锯齿”“着重边”等会影响所有视图。



图 1-51 “可视化首选项”对话框

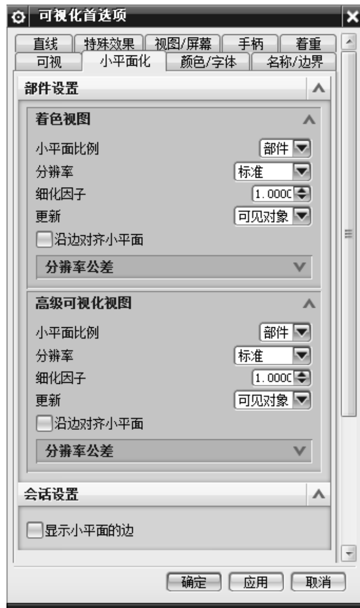


图 1-52 “小平面化”选项卡



图 1-53 “可视”选项卡

（1）常规显示设置。

- 渲染样式：用于为所选的视图设置着色模式。
- 着色边颜色：用于为所选的视图设置着色边的颜色。
- 隐藏边样式：用于为所选的视图设置隐藏边的显示方式。
- 光亮度：用于设置着色表面的光亮强度。
- 透明度：用于设置处在着色或部分着色模式中的着色对象是否透明显示。
- 直线反锯齿：用于设置是否对直线、曲线和边的显示进行处理使线显示更光滑，更真实。
- 全景反锯齿：用于设置是否对视图中所有的显示进行处理使其显示更光滑，更真实。
- 着重边：用于设置着色对象是否突出边缘显示。

（2）边显示设置。

“边显示设置”卷展栏用于设置着色对象的边缘显示参数。当渲染模式为“静态线框”“面分析”和“局部着色”时，该选项卡中的参数被激活，如图 1-54 所示。

- 隐藏边：用于为所选的视图设置消隐边的显示方式。
- 轮廓线：用于设置是否显示圆锥、圆柱体、球体和圆环轮廓。
- 光顺边：用于设置是否显示光滑面之间的边。勾选该复选框后，用户可设置光顺边的

颜色、字体和线宽。

- 更新隐藏边：用于设置系统在实体编辑过程中是否随时更新隐藏边缘。

4．视图/屏幕

选中“视图/屏幕”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-55 所示。该选项卡用于设置视图拟合比例和校准屏幕的物理尺寸。



图 1-54 “可视”选项卡中的“边显示设置”卷展栏

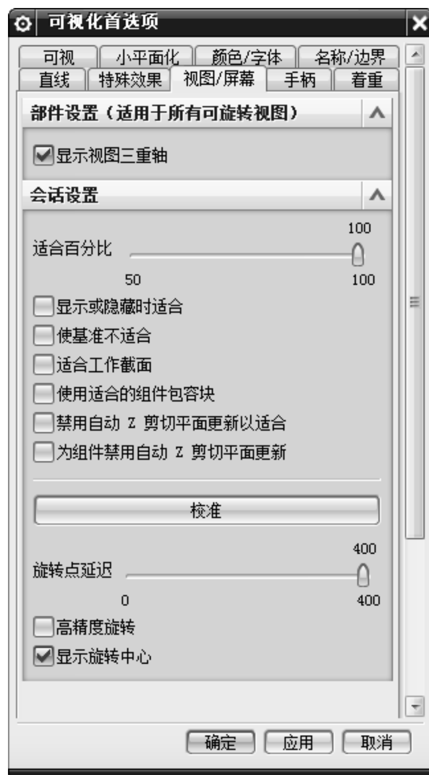


图 1-55 “视图/屏幕”选项卡

（1）适合百分比：用于设置在进行拟合操作后，模型在视图中的显示范围。

（2）校准：用于设置校准显示器屏幕的物理尺寸。在如图 1-55 所示的对话框中，单击“校准”按钮，打开如图 1-56 所示的“校准屏幕分辨率”对话框。该对话框用于设置准确的屏幕尺寸。

5．特殊效果

选中“特殊效果”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-57 所示。该选项卡用于设置使用特殊效果来显示对象。勾选“雾”复选框，单击“雾设置”按钮，打开如图 1-58 所示的“雾”对话框。该对话框用于使着色状态下较近的对象与较远的对象有不一样的显示。

在如图 1-58 所示的对话框中，可以设置“雾”的类型为“线性”“浅色”或“深色”。对于“雾”的颜色，可以勾选“用背景色”复选框来使用系统背景色，也可以选择定义颜色方式为 RGB、HSV 或 HLS，再利用其右侧的滑尺来定义。

6．直线

选中“直线”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-59 所示。该选项卡用于设置在

显示对象时，其中的非实线线型各组成部分的尺寸、曲线的显示公差以及是否按线型宽度显示对象等参数。

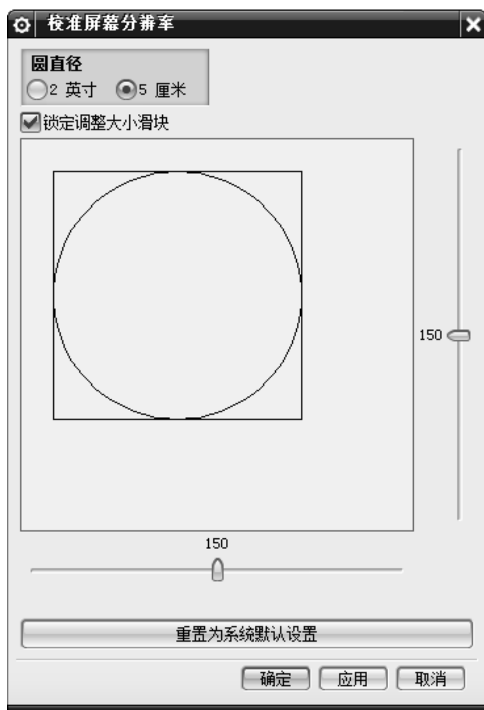


图 1-56 “校准屏幕分辨率”对话框



图 1-57 “特殊效果”选项卡

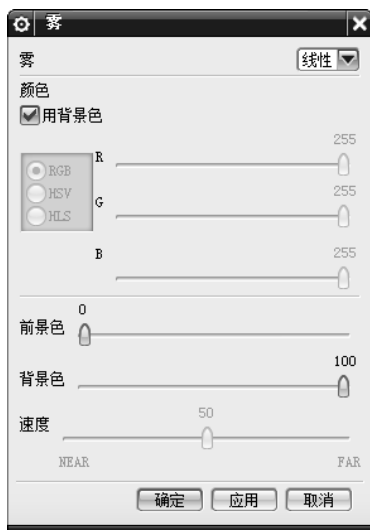


图 1-58 “雾”对话框



图 1-59 “直线”选项卡

（1）虚线段长度：用于设置虚线每段的长度。

（2）空格大小：用于设置虚线两段之间的长度。

（3）符号大小：用于设置用在线型中的符号显示尺寸。

（4）曲线公差：用于设置曲线与近似它的直线段之间的公差，决定当前所选择的显示模式的细节表现度。大的公差产生较少的直线段，导致更快的视图显示速度。然而，曲线公差越大，曲线显示得越粗糙。

（5）显示线度：曲线有细、一般和宽三种宽度。勾选“显示线宽”复选框，曲线以各自所设置的线宽显示出来。取消勾选该复选框后，所有曲线都以细线宽显示出来。

（6）深度排序线框：用于设置图形显示卡在线框视图中是否按深度分类显示对象。

7．名称/边界

选中“名称/边界”选项卡，显示相应的参数设置内容，如图 1-60 所示。



图 1-60 “名称/边界”选项卡

该选项卡用于设置是否显示对象名、视图名或视图边界。其中，“显示对象名称”下拉列表框用于选择要设置的对象。下拉列表中有以下 4 个选项。

- 关：若选中该选项，则不显示对象、属性、图样及组名等对象名称。
- 定义视图：若选中该选项，则在定义对象、属性、图样以及组名的视图中显示其名称。
- 工作视图：若选中该选项，则在当前视图中显示对象、属性、图样以及组名等对象名称。
- 所有视图：若选中该选项，则在所有视图中显示对象、属性、图样以及对象名称等。

第 2 章

基本操作

本章主要介绍 UG 应用中的一些基本操作及经常使用的功能，从而使用户更为熟悉 UG 的建模环境。对于建模中常用的功能和命令，要很好地掌握，还要多练多用，对于 UG 所提供的建模工具的整体了解也是必不可少的，只有对全局有所了解，才知道对同一模型可以有多种建模和修改的思路，对更为复杂或特殊的模型的建立才能游刃有余。

2.1 对象操作

UG 建模过程中的点、线、面、图层、实体等被称为对象。三维实体的创建、编辑操作过程实质上是对对象的操作过程。本节将介绍对象的操作过程。

2.1.1 观察对象

观察对象一般有以下几种途径可以实现。

1．通过快捷菜单

通过在工作区右击可以打开如图 2-1 所示的快捷菜单，部分菜单命令的功能说明如下。



图 2-1　快捷菜单

（1）适合窗口：用于拟合视图，即调整视图中心和比例，使整合部件拟合在视图的边界内。也可以通过快捷键〈Ctrl+F〉实现。

（2）缩放：用于实时缩放视图，该命令可以将鼠标置于图形界面中，滚动鼠标滚轮就可以对视图进行缩放；或者在按下鼠标滚轮的同时按下〈Ctrl〉键，然后上下移动鼠标也可以对视图进行缩放。

（3）旋转：用于旋转视图，该命令可以通过按住鼠标中键（对于 3 键鼠标而言）不放，再拖动鼠标实现。

（4）平移：用于移动视图，该命令可以通过同时按下鼠标右键和中键（对于 3 键鼠标而言）不放来拖动鼠标实现；或者在按下鼠标滚轮的同时按下〈Shift〉键，然后按住鼠标右键向各个方向移动鼠标对视图进行移动。

（5）刷新：用于更新窗口显示，包括更新 WCS 显示，更新由线段逼近的曲线和边缘显示，更新草图和相对定位尺寸/自由度指示符、基准平面和平面显示。

（6）渲染样式：用于更换视图的显示模式，给出的命令中包含线框、着色、局部着色、面分析、艺术外观等 8 种对象的显示模式。

（7）定向视图：用于改变对象观察点的位置。子菜单中包含正三轴测图、正等测图、俯视图、前视图、右视图、后视图、仰视图、左视图和定制视图共 9 个视图命令。

（8）设置旋转参考：该命令可以用鼠标在工作区选择合适的旋转点，再通过旋转命令观察对象。

2．通过视图功能区

“视图”功能区如图 2-2 所示。其中部分图标的功能与对应的快捷菜单相同。



图 2-2　“视图”功能区

3．通过视图子菜单

选择“菜单”→“视图”命令，系统会打开如图 2-3 所示子菜单，其中许多功能可以用来从不同角度观察对象模型。



图 2-3 “视图”子菜单

2.1.2 选择对象

在 UG 的建模过程中，对象的选择可以通过多种方式来实现，以方便快速选择目标体，选择“菜单”→“编辑”→“选择”命令后，系统会打开如图 2-4 所示子菜单。

以下对“选择”子菜单的部分功能进行介绍。

（1）最高选择优先级-特征：它的选择范围较为特定，仅允许特征被选择，像一般的线、面是不允许被选择的。

（2）最高选择优先级-组件：该命令多用于装配环境下对各组件的选择。

（3）全选：系统释放所有已经选择的对象。

当绘图工作区中有大量可视化对象供选择时，系统会调出如图 2-5 所示的“快速拾取”对话框来依次遍历可选择对象。数字表示重叠对象的顺序，各框中的数字与工作区中的对象一一对应，当数字框中的数字高亮显示时，对应的对象也会在工作区中高亮显示。以下给出两种常用选择方法的介绍。

（1）通过键盘：通过键盘上的〈↓〉等键移动高亮显示区来选择对象，当确定之后通过按〈Enter〉键或单击鼠标左键确认。

（2）移动鼠标：在“快速拾取”对话框中移动鼠标，高亮显示数字也会随之改变，确定



对象后单击左键确认即可。



图 2-4 “选择”子菜单



图 2-5 “快速拾取”对话框

如果要放弃选择，单击对话框中的“关闭”按钮或按〈Esc〉键即可。

2.1.3 改变对象的显示方式

本小节将介绍对象的实体图形显示方式。首先进入建模模块，选择“菜单”→“编辑”→“对象显示”命令或按组合键〈Ctrl+J〉，打开如图 2-6 所示的“类选择”对话框。选择要改变的对象后，打开如图 2-7 所示的“编辑对象显示”对话框。该对话框可用来编辑所选择对象的“图层”“颜色”“线型”“透明度”或者“着色状态”等参数。完成后，单击“确定”按钮即完成编辑并退出对话框；若单击“应用”按钮，则不用退出对话框，可接着进行其他操作。



图 2-6 “类选择”对话框



图 2-7 “编辑对象显示”对话框

“类选择”对话框中相关参数和命令的功能说明如下。

（1）对象：有“选择对象”“全选”和“反选”3 种方式。

- 选择对象：用于选取对象。
- 全选：用于选取所有的对象。
- 反选：用于选取在图形工作区中未被用户选中的对象。

（2）其他选择方法：有“根据名称选择”“选择链”“向上一级”3 种方式。

- 根据名称选择：用于输入预选取对象的名称，可使用通配符“？”或“*”。
- 选择链：用于选择首尾相接的多个对象。选择方法是首先单击对象链中的第一个对象，然后单击最后一个对象，使所选对象呈高亮度显示，最后确定，结束选择对象的操作。
- 向上一级：用于选取上一级的对象。当选取了含有群组的对象时，该按钮才被激活，单击该按钮，系统自动选取群组中当前对象的上一级对象。

（3）过滤器：用于限制要选择对象的范围，有“类型过滤器”“图层过滤器”“颜色过滤器”“属性过滤器”和“重置过滤器”5 种方式。

- 类型过滤器：单击此按钮，打开如图 2-8 所示的“按类型选择”对话框。在该对话框中，可设置在对象选择中需要包括或排除的对象类型。当选取“曲线”“面”“尺寸”“符号”等对象类型时，单击“细节过滤”按钮，还可以在弹出的“曲线过滤器”对话框中进一步限制，如图 2-9 所示。



图 2-8 “按类型选择”对话框



图 2-9 “曲线过滤器”对话框

- 图层过滤器：单击此按钮，打开如图 2-10 所示的“根据图层选择”对话框。在该对话框中可以设置在选择对象时需要包括或排除的对象的所在层。
- 颜色过滤器：单击此按钮，打开如图 2-11 所示的“颜色”对话框。在该对话框中通过指定的颜色来限制选择对象的范围。
- 属性过滤器：单击此按钮，打开如图 2-12 所示的“按属性选择”对话框。在该对话框中，可按对象的线型、线宽或其他自定义属性过滤。
- 重置过滤器：单击此按钮，恢复成默认的过滤方式。

在“编辑对象显示”对话框（图 2-7 所示）中，相关命令的说明如下。

- 图层：用于指定选择对象放置的层。系统规定的层为 1～256 层。
- 颜色：用于改变所选对象的颜色，可以调出如图 2-11 所示的“颜色”对话框。
- 线型：用于修改所选对象的线型（不包括文本）。
- 宽度：用于修改所选对象的线宽。
- 继承：打开对话框要求选择需要从哪个对象上继承设置，并应用到之后所选的对象上。
- 重新高亮显示对象：重新高亮显示所选对象。

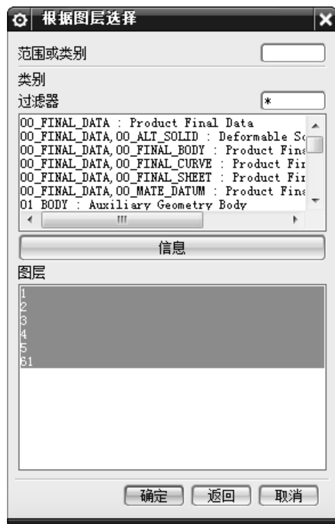


图 2-10 “根据图层选择”对话框

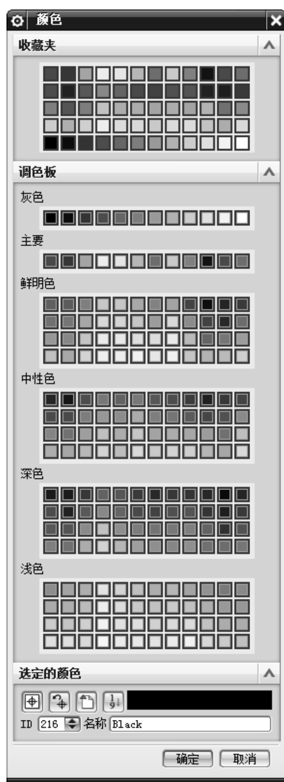


图 2-11 “颜色”对话框



图 2-12 “按属性选择”对话框

2.1.4 隐藏对象

当工作区域内图形太多，以至于不便于操作时，需要将暂时不需要的对象隐藏，如模型中的草图、基准面、曲线、尺寸、坐标、平面等。在“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”的子菜单中提供了显示、隐藏和取消隐藏功能的命令，如图 2-13 所示。

其部分功能说明如下。

（1）显示和隐藏：单击该命令，打开如图 2-14 所示的“显示和隐藏”对话框，从中可以选择要显示或隐藏的对象。

（2）隐藏：该命令也可以通过按组合键〈Ctrl+B〉实现，在“类选择”对话框中通过类型选择需要隐藏的对象或是直接选取。

（3）显示：该命令将所选的隐藏对象重新显示出来，单击该命令后将会打开类型选择对话框，此时工作区中将显示所有已经隐藏的对象，用户在其中选择需要重新显示的对象即可。

（4）显示所有此类型的：该命令将重新显示某类型的所有隐藏对象，并提供了 5 种过滤方式，如图 2-15 所示，“类型”“图层”“其他”“重置”和“颜色”5 个按钮或选项用来确定对象类别。

（5）全部显示：该命令也可以通过按组合键〈Shift+Ctrl +U〉实现，将重新显示所有在可选层上的隐藏对象。

（6）反转显示和隐藏：该命令用于反转当前所有对象的显示或隐藏状态，即显示的全部

对象将会隐藏，而隐藏的将会全部显示。



图 2-13 “显示和隐藏”子菜单



图 2-14 “显示和隐藏”对话框

2.1.5 对象变换

选择“菜单”→“编辑”→“变换”命令，打开如图 2-16（左）所示的“变换”对话框，可变换的对象包括直线、曲线、面、实体等。在选择对象后，弹出如图 2-16（右）所示的“变换”对话框。该对话框在操作变换对象时经常用到。在执行“变换”命令的最后阶段，都会打开如图 2-17 所示的对话框。



图 2-15 “选择方法”对话框



图 2-16 “变换”对话框

以下对如图 2-17 所示的“变换”对话框中的部分功能进行介绍。该对话框用于选择新的变换对象、改变变换方法、指定变换后对象的存放图层等。



图 2-17 “变换”对话框

（1）重新选择对象：该选项用于重新选择对象，通过类选择器对话框来选择新的变换对象，而保持原变换方法不变。

（2）变换类型–镜像平面：该选项用于修改变换方法，即在不重新选择变换对象的情况下，修改变换方法，当前选择的变换方法以简写的形式显示在“-”符号后面。

（3）目标图层–原始的：该选项用于指定目标图层，即在变换完成后，指定新建立的对象所在的图层。单击该选项后，会有以下 3 种选项。

- 工作的：变换后的对象放在当前的工作图层中。
- 原始的：变换后的对象保持在源对象所在的图层中。
- 指定：变换后的对象被移动到指定的图层中。

（4）追踪状态–关：该选项是一个开关选项，用于设置跟踪变换过程。当其设置为“开”时，在源对象与变换后的对象之间画连接线。该选项可以和“平移”“旋转”“比例”“镜像”或“重定位”等变换方法一起使用，以建立一个封闭的形状。

需要注意的是，该选项对于源对象类型为实体、片体或边界的对象变换操作时不可用。跟踪曲线独立于图层设置，总是建立在当前的工作图层中。

（5）分割–1：该选项用于等分变换距离。即把变换距离（或角度）分割成几个相等的部分，实际变换距离（或角度）是其等分值。指定的值称为“等分因子”。

该选项可用于“平移”“比例”“旋转”等变换操作。例如“平移”变换，实际变换的距离是指原指定距离除以“等分因子”所得的商。

（6）移动：该选项用于移动对象。即变换后，将源对象从其原来的位置移动到由变换参数所指定的新位置。如果所选取的对象和其他对象间有父子依存关系（即依赖于其他父对象而建立），则只有选取了全部的父对象一起进行变换，才能用“移动”命令选项。

（7）复制：该选项用于复制对象。即变换后，将源对象从其原来的位置复制到由变换参数所指定的新位置。对于依赖其他父对象而建立的对象，复制后的新对象中的数据关联信息将会丢失（即它不再依赖于任何对象而独立存在）。

（8）多个副本–不可用：该选项用于复制多个对象。按指定的变换参数和副本数在新位置复制源对象的多个副本，相当于一次执行了多个“复制”命令操作。

（9）撤销上一个–不可用：该选项用于撤销最近变换。即撤销最近一次的变换操作，但源对象依旧处于选中状态。

提示：

对象的几何变换只能用于变换几何对象，不能用于变换视图、布局、图纸等。另外，变换过程中可以多次使用“移动”或“复制”命令，但每使用一次都建立一个新对象，所建立的新对象都是以上一个操作的结果作为源对象，并以同样的变换参数变换后得到的。

以下再对图 2-16（右）所示的“变换”对话框中的部分功能进行介绍。

1．比例

该选项用于将选取的对象，相对于指定参考点成比例地缩放尺寸。选取的对象在参考点处不移动。选中该选项后，在系统打开的点构造器中选择一个参考点后，系统会打开如图 2-18 所示的“比例”选项，提供了两种选择。



图 2-18 “比例”选项

（1）比例：该文本框用于设置均匀缩放，变换过程如图 2-19 所示。

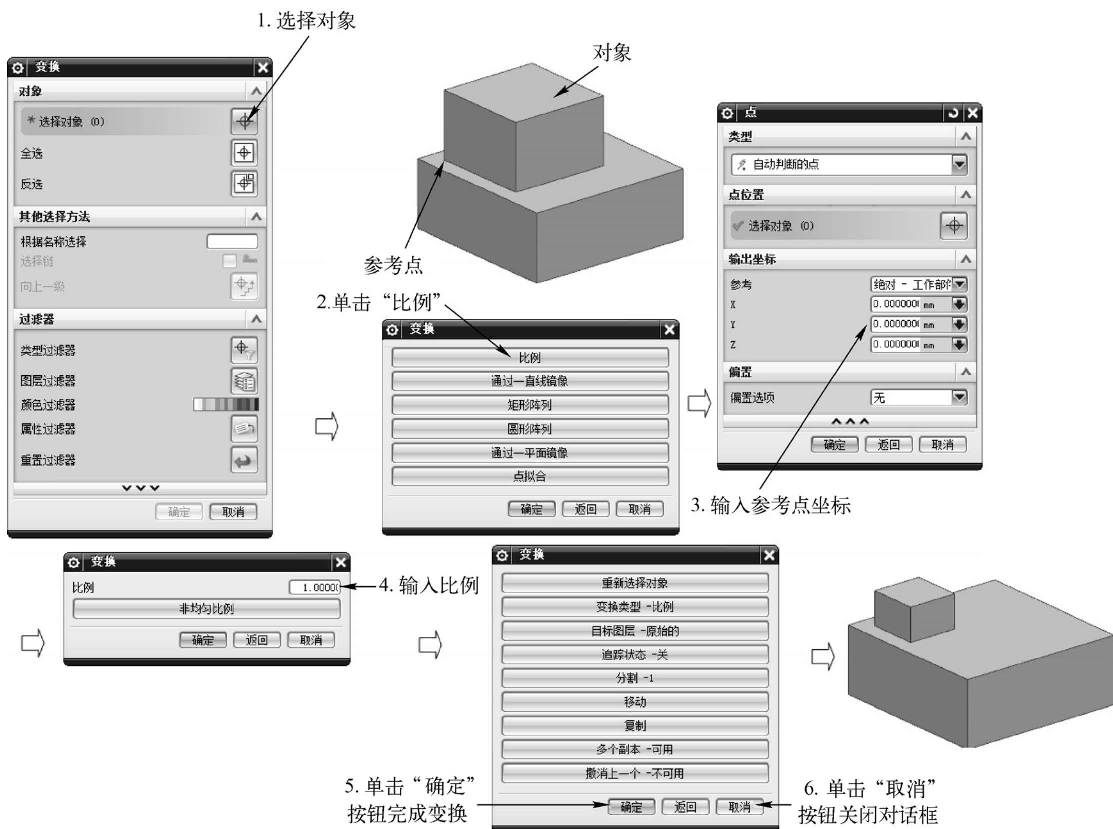


图 2-19 均匀比例变换

（2）非均匀比例：选中该选项后，在打开的如图 2-20 所示的对话框中设置“XC-比例”“YC-比例”和“ZC-比例”方向上的缩放比例，变换过程如图 2-21 所示。

2．通过一直线镜像

该选项用于将选取的对象，相对于指定的参考直线做镜像。即在参考线的另一侧建立源对象的一个镜像。

选中该选项后，系统会打开如图 2-22 所示的对话框，提供了 3 种选择。

（1）两点：用于指定两点，两点的连线即为参考线。

（2）现有的直线：选择一条已有的直线（或实体边缘线）作为参考线。





图 2-20　非均匀比例

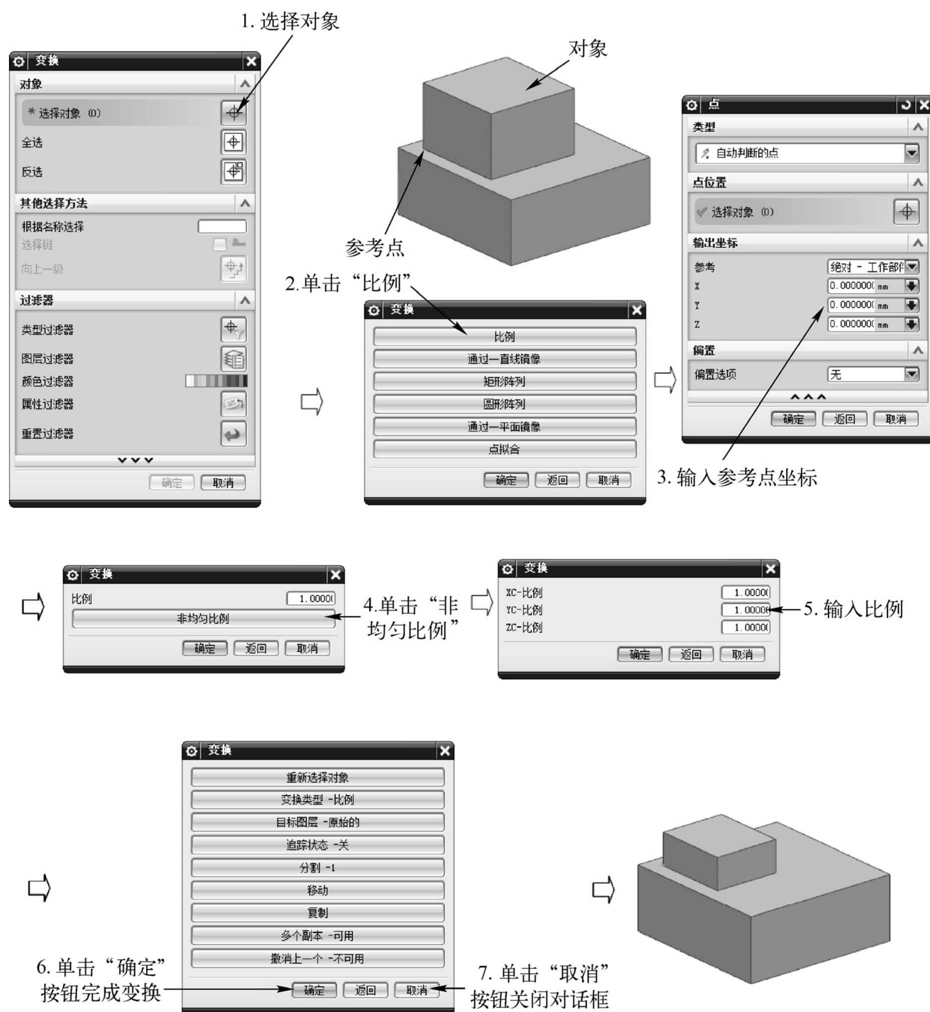


图 2-21　非均匀比例变换



图 2-22　“通过一直线镜像”选项

（3）点和矢量：该选项用点构造器指定一点，然后在矢量构造器中指定一个矢量，通过指定点的矢量即作为参考直线。

3．矩形阵列

该选项用于将选取的对象，从指定的阵列原点开始，沿坐标系 *XC* 和 *YC* 方向（或指定的方位）建立一个等间距的矩形阵列。系统先将源对象从指定的参考点移动或复制到目标点（阵列原点），然后沿 *XC*、*YC* 方向建立阵列。变换过程如图 2-23 所示。

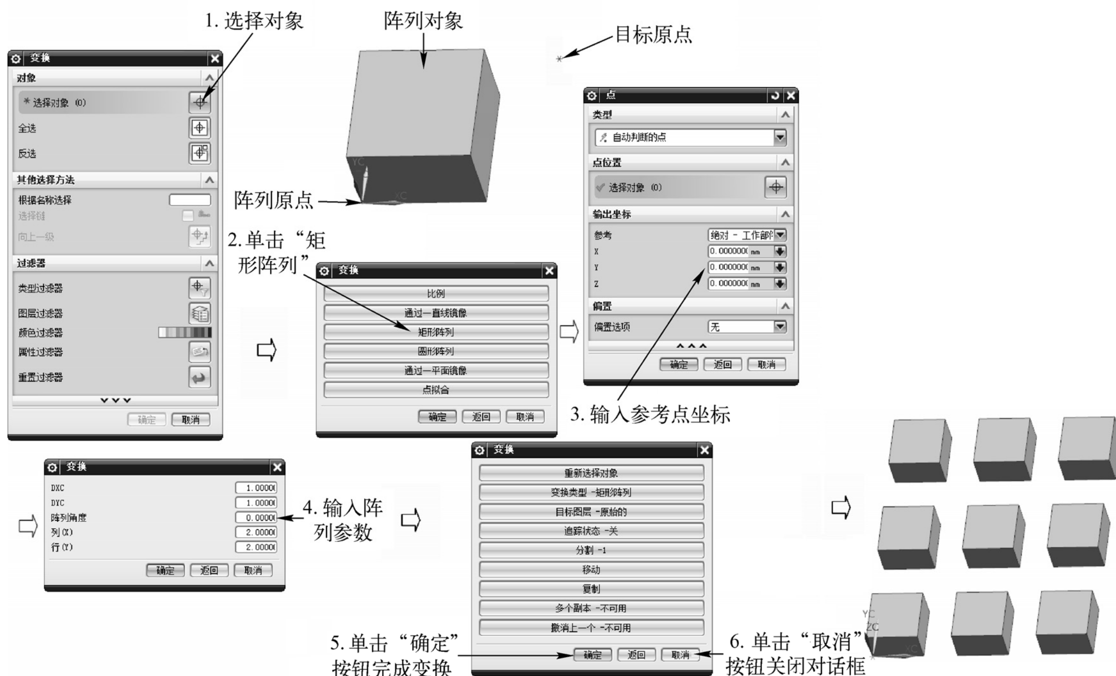


图 2-23 “矩形阵列”变换

选中该选项后，系统会打开如图 2-24 所示的对话框，以下就该对话框中的部分选项进行介绍。

（1）DXC：该选项表示 *XC* 方向间距。

（2）DYC：该选项表示 *YC* 方向间距。

（3）阵列角度：指定阵列角度。

（4）列：指定阵列列数。

（5）行：指定阵列行数。



图 2-24 “矩形阵列”选项

4．圆形阵列

该选项用于将选取的对象，从指定的阵列原点开始，绕目标点（阵列中心）建立一个等角间距的圆形阵列。变换过程如图 2-25 所示。

选中该选项后，系统会打开如图 2-26 所示的对话框，以下就该对话框中的部分选项进行介绍。

（1）半径：用于设置环形阵列的半径值，该值也等于目标对象上的参考点到目标点之间的距离。

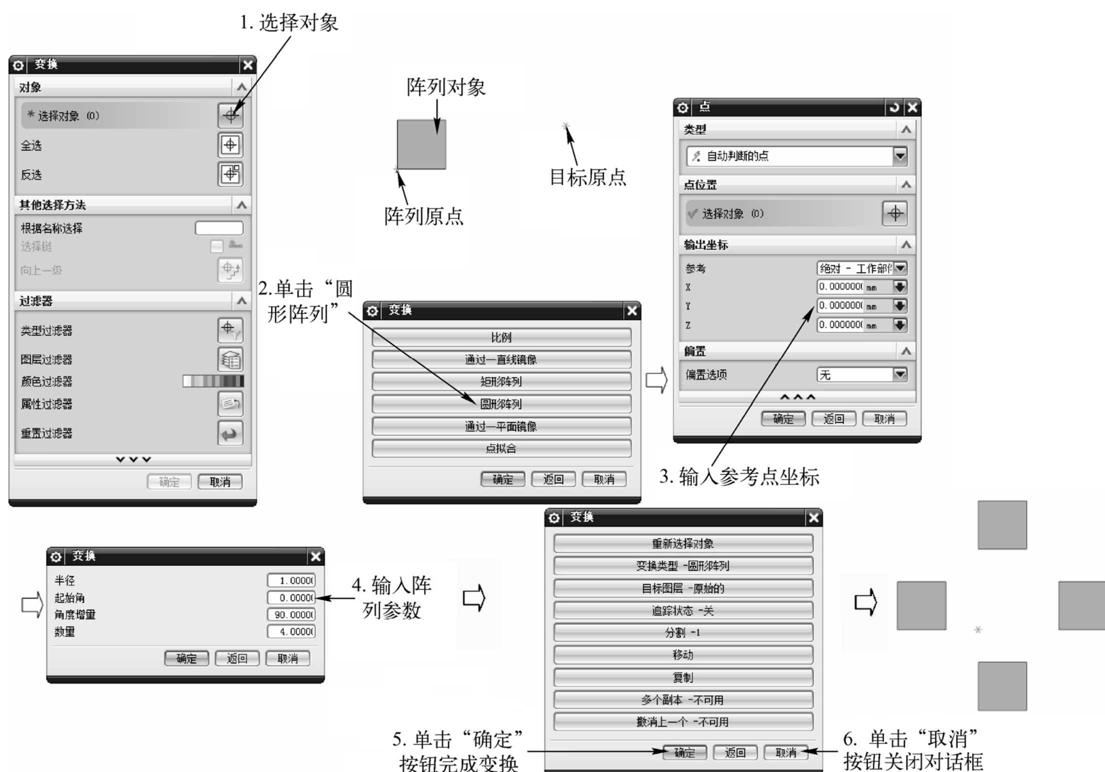


图 2-25 “圆形阵列”变换

（2）起始角：定位环形阵列的起始角（与 *XC* 正向平行时该值为零）。

5．通过一平面镜像

该选项用于将选取的对象，相对于指定参考平面做镜像。即在参考平面的另一侧建立源对象的一个镜像。选中该选项后，系统打开如图 2-27 所示的“平面”对话框，用于选择或创建一个参考平面，之后选取源对象完成镜像操作。变换过程如图 2-28 所示。



图 2-26 “圆形阵列”选项



图 2-27 “通过一平面镜像”选项

6．点拟合

该选项用于将选取的对象，从指定的参考点集缩放、重定位或修剪到目标点集上。选中该选项后，系统打开如图 2-29 所示的对话框。

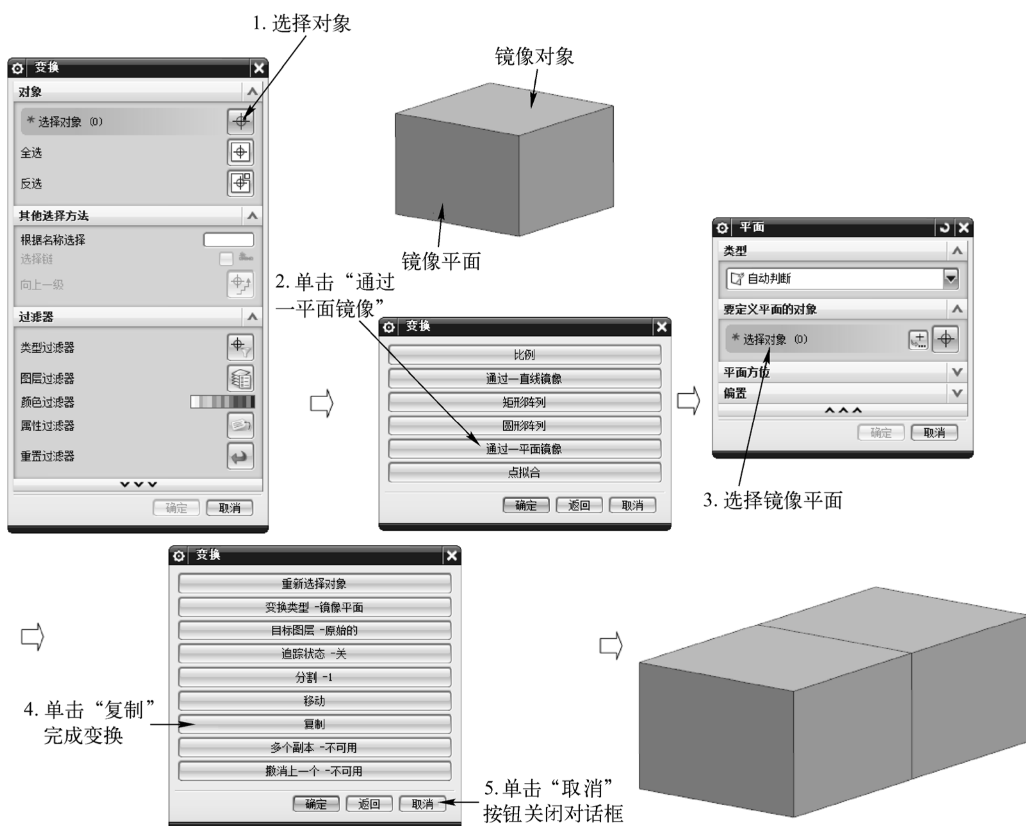


图 2-28 “通过一平面镜像”变换



图 2-29 “点拟合”选项

其中有两个选项，介绍如下。

（1）3-点拟合：允许用户通过 3 个参考点和 3 个目标点来缩放和重定位对象。

（2）4-点拟合：允许用户通过 4 个参考点和 4 个目标点来缩放和重定位对象。

2.1.6 移动对象

选择“菜单”→“编辑”→“移动对象”命令，打开如图 2-30 所示的“移动对象”对话框。关于该对话框中选项的说明如下。

1．运动

该下拉列表中包括距离、角度、点之间的距离、径向距离、点到点、根据三点旋转、将轴与矢量对齐、CSYS 到 CSYS、动态和增量 XYZ。

（1）距离：是指将选择对象由原来的位置移动到新的位置。

（2）点到点：用户可以选择参考点和目标点，这两个点之间的距离和由参考点指向目标点的方向将决定对象的平移方向和距离。

（3）根据三点旋转：提供三个位于同一个平面内且垂直于矢量轴的参考点，让对象围绕旋转中心，按照这三个点同旋转中心连线形成的角度逆时针旋转。

（4）将轴与矢量对齐：将对象绕参考点从一个轴向另外一个轴旋转一定的角度。选择起始轴，然后确定终止轴，这两个轴决定了旋转角度的方向。此时，用户可以清楚地看到两个矢量的箭头，而且这两个箭头首先出现在选择轴上，当单击“确定”按钮以后，该箭头就平移到参考点。

（5）动态：用于将选取的对象，相对于参考坐标系中的位置和方位移动（或复制）到目标坐标系中，使建立的新对象的位置和方位相对于目标坐标系保持不变。



图 2-30 “移动对象”对话框

2．移动原先的

该单选按钮用于移动对象。即变换后，将源对象从其原来的位置移动到由变换参数所指定的新位置。

3．复制原先的

该单选按钮用于复制对象。即变换后，将源对象从其原来的位置复制到由变换参数所指定的新位置。对于依赖其他父对象而建立的对象，复制后的新对象中的数据关联信息将会丢失，即它不再依赖于任何对象而独立存在。

4．非关联副本数

该选项用于复制多个对象。按指定的变换参数和副本数在新位置复制源对象的多个副本。

2.2 坐标系操作

UG 系统中共包括 3 种坐标系，分别是绝对坐标系（Absolute Coordinate System，ACS）、工作坐标系（Work Coordinate System，WCS）和机械坐标系（Machine Coordinate System，MCS），它们都符合右手定则。

- ACS：是系统默认的坐标系，其原点位置永远不变，且在用户新建文件时就产生了。
- WCS：是 UG 系统提供给用户的坐标系，用户可以根据需要任意移动它的位置，也可以设置属于自己的 WCS。
- MCS：该坐标系一般用于模具设计、加工、配线等向导操作。

UG 中关于坐标系的操作功能集中在如图 2-31 所示的“WCS”子菜单中。

一个 UG 文件中可以存在多个坐标系，但它们当中只可以有一个工作坐标系。UG 中还可以利用“WCS”子菜单中的“保存”命令来保存坐标系，从而记录下每次操作时的坐标系位置，以后再利用“原点”命令移动到相应的位置。

2.2.1 坐标系的变换

选择“菜单”→“格式”→“WCS”命令，打开如图 2-31 所示的子菜单。该子菜单用于对坐标系进行变换以产生新的坐标。

（1）动态：该命令能通过步进的方式移动或旋转当前的 WCS，用户可以在绘图工作区中移动坐标系到指定位置，也可以设置步进参数使坐标系逐步移动到指定的距离参数，如图 2-32 所示。

（2）原点：该命令通过定义当前 WCS 的原点来移动坐标系的位置，但该命令仅仅移动坐标系的位置，而不会改变坐标轴的方向。

（3）旋转：选择该命令将会打开如图 2-33 所示的对话框，通过当前的 WCS 绕其某一坐标轴旋转一定角度来定义一个新的 WCS。



图 2-31 “WCS”子菜单

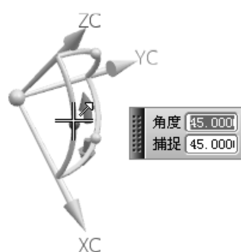


图 2-32 “动态移动”示意图



图 2-33 “旋转 WCS 绕”对话框

用户可以通过对话框选择坐标系绕哪个轴旋转，同时指定从一个轴转向另一个轴，在“角度”文本框中输入需要旋转的角度。角度可以为负值。

提示：

可以直接双击坐标系使坐标系激活，处于动态移动状态，用鼠标拖动原点处的方块，可以沿 *X*、*Y*、*Z* 方向任意移动，也可以绕任意坐标轴旋转。

（4）改变坐标轴方向：选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“更改 XC 方向”命令或选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“更改 YC 方向”命令，系统打开“点”对话框。在该对话框中选择点，系统以原坐标系的原点和该点在 *XC-YC* 平面上的投影点的连线方向作为新坐标系的 *XC* 方向或 *YC* 方向，而原坐标系的 *ZC* 轴方向不变。

2.2.2 坐标系的定义

选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“定向”命令，打开如图 2-34 所示的“CSYS”对话框。该对话框用于定义一个新的坐标系。

以下对其相关功能进行介绍。

- 动态：使用户可以手动移动 CSYS 到任何想要的位置或方位，即可以使用手柄操控 CSYS。
- 自动判断：该方式通过选择的对象或输入 *X*、*Y*、*Z* 坐标轴方向的偏置值来定义一个坐标系。



图 2-34 “CSYS”对话框

- 原点，*X* 点，*Y* 点：该方式利用点创建功能先后指定 3 个点来定义一个坐标系。这 3 点分别是原点、*X* 轴上的点和 *Y* 轴上的点，第一点为原点，第一点到第二点的方向为 *X* 轴的正向，第一点到第三点的方向为 *Y* 轴的正向，再由 *X* 到 *Y* 按右手定则来定 *Z* 轴正向。
- *X* 轴和 *Y* 轴：该方式利用矢量创建的功能选择或定义两个矢量来创建坐标系。
- *X* 轴，*Y* 轴，原点：该方式根据选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。*X* 轴和 *Y* 轴都是矢量；原点为选择或定义的点。
- *Z* 轴，*X* 轴，原点：该方式根据选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。*Z* 轴和 *X* 轴都是矢量；原点为选择或定义的点。
- *Z* 轴，*Y* 轴，原点：该方式根据选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。*Z* 轴和 *Y* 轴都是矢量；原点为选择或定义的点。
- *Z* 轴，*X* 点：该方式先利用矢量创建功能选择或定义一个矢量，再利用点创建功能指定一个点，从而定义一个坐标系。其中，*X* 轴正向为沿点和定义矢量的垂线指向定义点的方向，*Y* 轴则由 *Z*、*X* 依据右手定则得出。
- 对象的 CSYS：该方式由选择的平面曲线、平面或实体的坐标系来定义一个新的坐标系，*XOY* 平面为选择对象所在的平面。
- 点，垂直于曲线：该方式利用所选曲线的切线和一个指定点的方法创建一个坐标系。曲线的切线方向即为 *Z* 轴矢量，*X* 轴方向为沿点到切线的垂线指向点的方向，*Y* 轴正向由自 *Z* 轴至 *X* 轴矢量按右手定则来确定，切点即为原点。
- 平面和矢量：该方式通过先后选择一个平面和一矢量来定义一个坐标系。其中 *X* 轴为平面的法矢，*Y* 轴为指定矢量在平面上的投影，原点为指定矢量与平面的交点。
- 平面，*X* 轴，点：该方式基于为 *Z* 轴选定的平面对象、投影到 *X* 轴平面的矢量以及投影到原点平面的点来定义 CSYS。
- 三平面：该方式通过先后选择 3 个平面来定义一个坐标系。3 平面的交点为原点，第一个平面的法向为 *X* 轴，*Y* 轴、*Z* 轴方向依此类推。

- 绝对 CSYS：该方式在绝对坐标系的（0，0，0）点处定义一个新的坐标系。
- 当前视图的 CSYS：该方式用当前视图定义一个新的坐标系。*XOY* 平面为当前视图所在平面。
- 偏置 CSYS：该方式通过输入 *X*、*Y*、*Z* 坐标轴方向相对于选择坐标系的偏距来定义一个新的坐标系。

2.2.3 坐标系的保存、显示和隐藏

选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“显示”命令，系统会显示或隐藏当前的工作坐标按钮。

选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“保存”命令，系统会保存当前设置的工作坐标系，以便在以后的工作中调用。

2.3 视图与布局

本节主要介绍视图布局，分别介绍布局的新建与打开、删除、保存等，并详细介绍布局的各种操作，如旋转、移动等。



图 2-35 “视图”子菜单

2.3.1 视图

执行“菜单”→“视图”命令，可得到如图 2-35 所示的“视图”子菜单，在 UG 建模模块中，沿着某个方向去观察模型，得到的一幅平行投影的平面图像称为视图。不同的视图用于显示在不同方位和观察方向上的图像。

视图的观察方向只和绝对坐标系有关，与工作坐标系无关。每一个视图都有一个名称，称为视图名，在工作区的左下角显示该名称。把 UG 系统预定义的视图称为标准视图。对视图变换的操作可以通过执行“菜单”→“视图”→“操作”命令调出“操作”子菜单（图 2-36 左）或通过在绘图工作区中单击鼠标右键后在打开的快捷菜单中快速操作（图 2-36 右）。

2.3.2 布局

在绘图工作区中，将多个视图按一定排列规则显示出来，就成为一个布局，每一个布局也有一个名称。UG 预先定义了 6 种布局，称为标准布局，如图 2-37 所示。

同一布局中，只有一个视图是工作视图，其他视图都是非工作视图。各种操作都默认为针对工作视图的，用户可以随便改变工作视图。工作视图在其视图中都会显示“WORK”字样。

布局的主要作用是在绘图工作区同时显示多个视角的视图，便于用户更好地观察和操作模型。用户可以定义系统默认的布局，也可以生成自定义的布局。

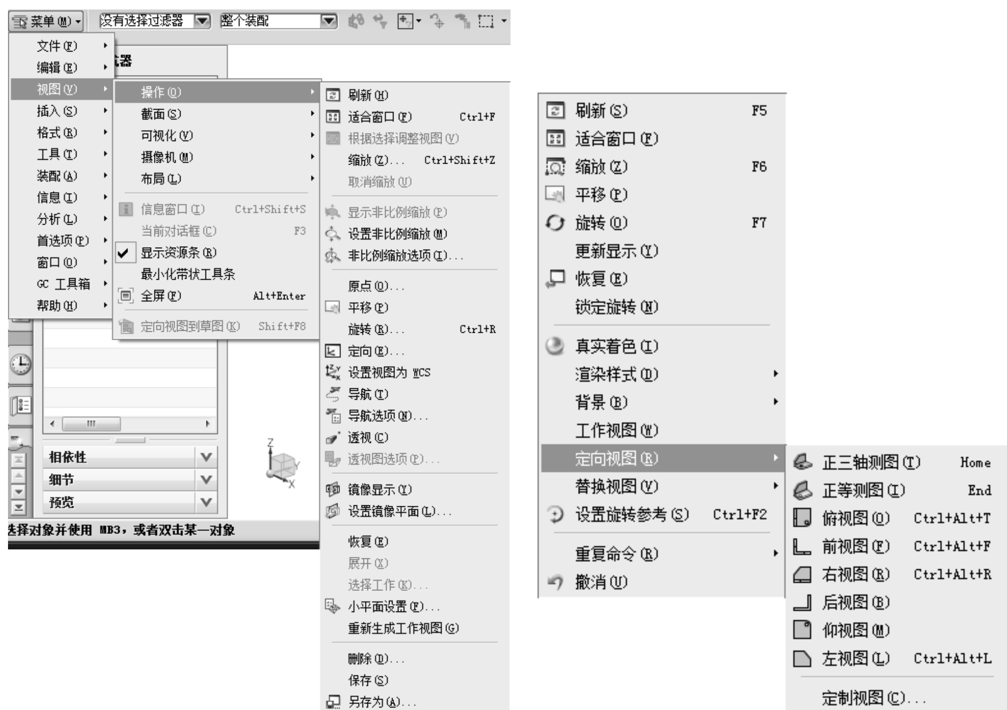


图 2-36 “视图”操作菜单

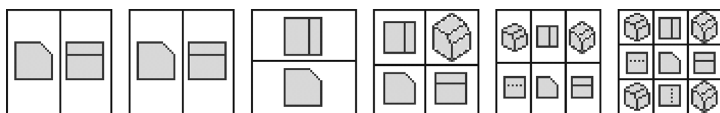


图 2-37 系统标准布局

选择“菜单”→“视图”→“布局”命令，系统调出如图 2-38 所示的子菜单。该子菜单用于控制布局的状态和各种视图角度的显示。

“布局”子菜单的相关功能介绍如下。

（1）新建：选择该命令后，系统打开如图 2-39 所示的“新建布局”对话框，用户可以在其中设置视图布局的形式和各视图的视角。

建议用户在自定义布局时，输入自己的布局名称。默认情况下，UG 会按照先后顺序将每个布局命名为 LAY1、LAY2……。

（2）打开：选择该命令后，系统会打开如图 2-40 所示的对话框，在当前文件的布局名称列表中选择要打开的某个布局，系统会按该布局的方式来显示图形。当勾选了“适合所有视图”复选框之后，系统会自动调整布局中的所有视图加以拟合。

（3）适合所有视图：该功能用于调整当前布局中所有视图的中心和比例，使实体模型最大限度地拟合在每个视图的边界内。

（4）更新显示：当对实体进行修改后，使用该命令会对所有视图的模型进行实时更新显示。

（5）重新生成：该功能用于重新生成布局中的每一个视图。

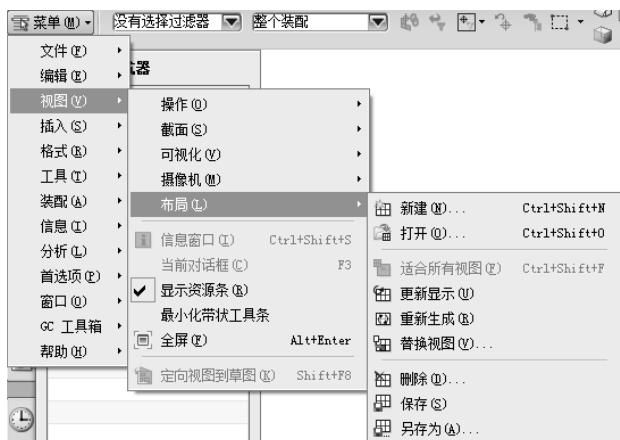


图 2-38 “布局”子菜单

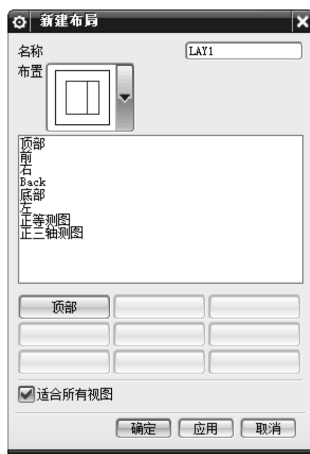


图 2-39 “新建布局”对话框

（6）替换视图：选择该命令后，打开如图 2-41 所示的“视图替换为...”对话框。该对话框用于替换布局中的某个视图。

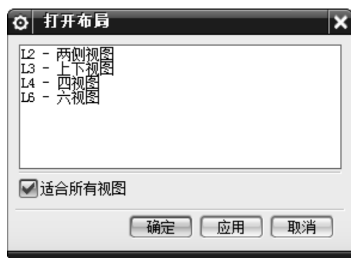


图 2-40 “打开布局”对话框



图 2-41 “视图替换为...”

（7）删除：当用户需要删除布局时，选择该命令，打开如图 2-43 所示的“删除布局”对话框。在该对话框的列表框中选择要删除的视图布局后，系统就会删除该视图布局。

（8）保存：选择该命令后，系统用当前的视图布局名称保存修改后的布局。

（9）另存为：打开如图 2-42 所示的“另存布局”对话框，在列表框中选择要更换名称并保存的布局，在“名称”文本框中输入一个新的布局名称，则系统会用新的名称保存修改过的布局。



图 2-42 “另存布局”对话框



图 2-43 “删除布局”对话框

2.4 图层操作

所谓的图层，就是在空间中使用不同的层次来放置几何体。设计工程师在 UG 中通过图层功能建模就好比在透明覆盖层上建立模型，一个图层类似于一个透明的覆盖层。图层的主要功能是在复杂建模时可以控制对象的显示、编辑、状态。

一个 UG 文件中最多可以有 256 个图层，每个图层上可以含任意数量的对象。因此，一个图层可以含有部件上的所有对象，一个对象上的部件也可以分布在很多层上，但需要注意的是，只有一个图层是当前工作图层，所有的操作只能在工作图层上进行，其他图层可以通过可见性、可选择性等设置进行辅助工作。选择“菜单”→“格式”命令，打开“格式”子菜单（如图 2-44 所示），用户可以在其中调用有关图层的所有命令。



图 2-44 “格式”菜单命令

2.4.1 图层的分类

对相应图层进行分类管理，可以很方便地通过层类来实现对其中各层的操作，提高操作效率。例如，可以设置 model、draft、sketch 等图层种类，其中，model 包括 1～10 层， draft 包括 11～20 层，sketch 包括 21～30 层。用户可以根据自身需要指定图层的类别。

选择“菜单”→“格式”→“图层类别”命令，打开如图 2-45 所示的“图层类别”对话框，在该对话框中可以对图层进行分类设置。



图 2-45 “图层类别”对话框

以下对“图层类别”对话框中的部分选项功能进行介绍。

（1）过滤器：该文本框用于输入已存在的图层种类的名称以进行筛选，当输入“*”时会显示所有的图层种类。用户可以直接在列表框中选取需要编辑的图层种类。

（2）图层类列表框：用于显示满足过滤条件的所有图层类条目。

（3）类别：该文本框用于输入图层种类的名称，以新建图层或对已存在图层种类进行编辑。

（4）创建/编辑：该选项用于创建和编辑图层，若“类别”文本框中输入的名称已存在，则进行编辑；若不存在，则进行创建。

（5）删除/重命名：这两个按钮用于对选中的图层种类进行删除或重命名操作。

（6）描述：该文本框用于输入某类图层相应的描述文字，即用于解释该图层种类含义的文字，当输入的描述文字超出规定长度时，系统会自动进行长度匹配。

（7）加入描述：新建图层类时，若在“描述”文本框中输入了该图层类的描述信息，再单击该按钮才能使描述信息有效。

2.4.2 图层的设置

用户可以在任何一个或一群图层中设置该图层是否显示和变换工作图层等。选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，打开如图 2-46 所示的“图层设置”对话框，利用该对话框可以对组件中的所有图层或任意一个图层进行工作层、可选取性、可见性等设置，并且可以查询层的信息，同时也可以对层所属种类进行编辑。

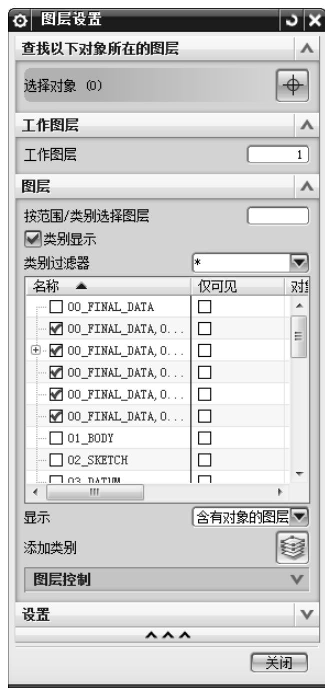


图 2-46 “图层设置”对话框

以下介绍“图层设置”对话框中相关选项的功能。

（1）工作图层：用于输入需要设置为当前工作层的图层号。当输入图层号后，系统会自动将其设置为工作图层。

（2）按范围/类别选择图层：用于输入范围或图层种类的名称进行筛选操作，在文本框中输入种类名称并确定后，系统会自动选取所有属于该种类的图层，并改变其状态。

（3）类别过滤器：在文本框中输入“*”，表示接受所有图层种类。

（4）名称：“图层设置”对话框能够显示零件文件所有图层和所属种类的相关信息，如图层编号、状态、可见性和对象数目等。可以利用〈Ctrl〉或〈Shift〉键进行多项选择。此外，在列表框中双击需要更改状态的图层，系统会自动切换其显示状态。

（5）仅可见：该选项用于将指定的图层设置为仅可见状态。当图层处于仅可见状态时，该图层的所有对象仅可见，但不能被选取和编辑。

（6）显示：该选项用于控制在图层状态列表框中图层的显示情况。该下拉列表中有“所有图层”“含有对象的图层”“所有可选图层”和“所有可见图层”4 个选项。

2.4.3 图层的其他操作

1．图层的可见性设置

选择“菜单”→“格式”→“视图中可见图层”命令，系统会打开如图 2-47 所示的“视图中可见图层”对话框。

在图 2-47（左）所示的对话框中选择要操作的视图，之后在打开的对话框（图 2-47 右）的列表框中选择可见性图层，然后设置其可见性。

2．图层中对象的移动

选择“菜单”→“格式”→“移动至图层”命令，选择要移动的对象后，打开如图 2-48 所示的“图层移动”对话框。

在“图层”列表中直接选中目标层，系统就会将所选对象放置在目标层中。

3．图层中对象的复制

选择“菜单”→“格式”→“复制至图层”命令，选择要复制的对象后，打开如图 2-48 所示的对话框。操作过程在此不再赘述。





图 2-47 “视图中可见图层”对话框　　图 2-48 “图层移动”对话框

第 3 章

草图绘制

草图（Sketch）是 UG 建模中建立参数化模型的一个重要工具。通常，用户的三维设计应该从草图设计开始，通过 UG 中提供的草图功能建立各种基本曲线,对曲线进行几何约束和尺寸约束，然后对二维草图进行拉伸、旋转或者扫掠就可以很方便地生成三维实体。此后，模型的编辑修改在相应的草图中完成后即可更新模型。

本章主要介绍草图的基本知识、操作和编辑等。

3.1 进入草图环境

选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令，或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，系统打开如图 3-1 所示的“创建草图”对话框。在对话框中，“草图类型”下拉列表中有“在平面上”和“基于路径”两个选项。

1．在平面上

（1）现有平面：在视图区选择一个平面作为草图工作平面，同时系统在所选表面上创建坐标系，如图 3-2 所示。



图 3-1 “创建草图”对话框

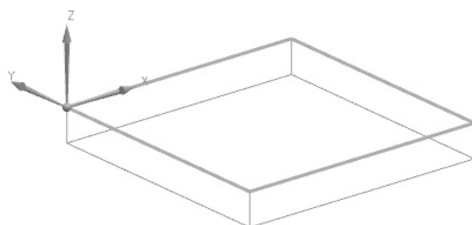


图 3-2 选择草图平面

（2）创建平面：在“平面方法”下拉列表框中选择“创建平面”选项，对话框如图 3-3 所示。单击图标，打开“平面”对话框，如图 3-4 所示。用户可选择以自动判断、点和方向、距离、成一角度和固定基准等方式创建草图工作平面。



图 3-3 “创建平面”选项



图 3-4 “平面”对话框

（3）创建基准坐标系：在“平面方法”下拉列表框中选择“创建基准坐标系”选项，此

时对话框如图 3-5 所示。单击图标，打开如图 3-6 所示的“基准 CSYS”对话框。用户可选择以自动判断、三平面等方式创建草图工作平面。



图 3-5 “创建基准坐标系”选项



图 3-6 “基准 CSYS”对话框

2．基于路径

在“创建草图”对话框中的“草图类型”下拉列表框中选择“基于路径”，在视图区选择一条连续的曲线作为刀轨，同时系统在和所选曲线的刀轨方向显示草图工作平面及其坐标方向，以及草图工作平面和刀轨相交点在曲线上的弧长文本框。在该文本框中输入弧长值，可以改变草图工作平面的位置，如图 3-7 所示。



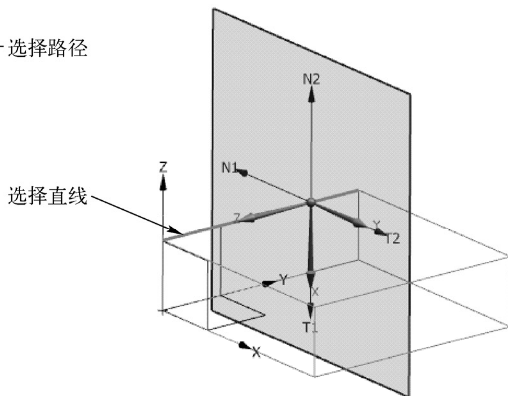


图 3-7 选择在轨迹上

选择草图平面后，单击“确定”按钮，进入草图绘制界面，如图 3-8 所示。

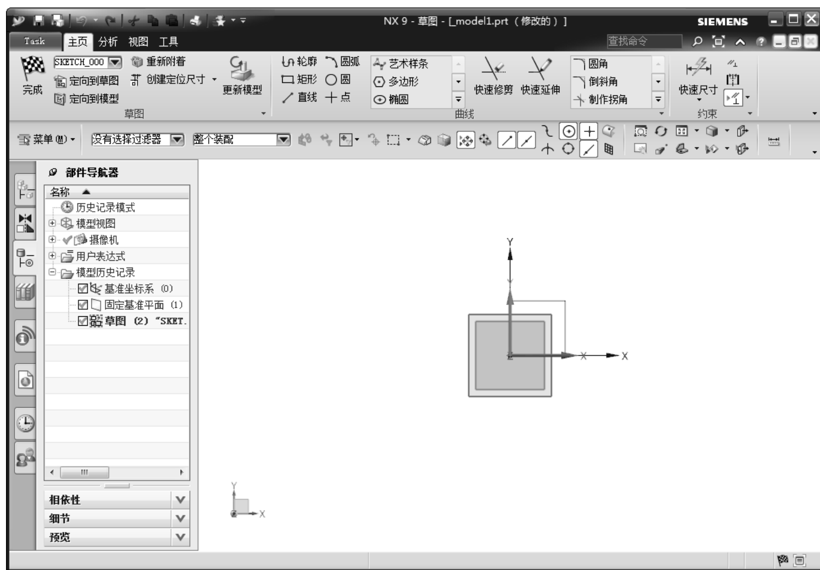


图 3-8　草图绘制界面

3.2　草图绘制

进入草图绘制界面后，系统会自动打开如图 3-9 所示的“曲线”组。本节主要介绍功能区中的草图曲线部分。



图 3-9 “曲线”组

3.2.1 轮廓

要绘制单一或者连续的直线和圆弧，选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“轮廓”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“轮廓”图标，打开如图 3-10 所示的“型材”对话框。



图 3-10 “型材”对话框

（1）直线：在“型材”对话框中单击图标，再在视图区中选择两点绘制直线。

（2）圆弧：在“型材”对话框中单击图标，在视图区中选择一点，输入半径，然后在视图区中选择另一点，或者根据相应约束和扫掠角度绘制圆弧。

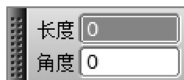
（3）坐标模式：在“型材”对话框中单击XY图标，在视图区显示如图 3-11 所示“XC”和“YC”文本框，在文本框中输入所需数值，确定绘制点。

（4）参数模式：在“型材”对话框中单击图标，在视图区显示如图 3-12 所示“长度”和“角度”或者“半径”文本框，在文本框中输入所需数值，拖动鼠标，在所要放置位置单

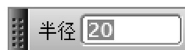
击鼠标左键，绘制直线或者弧。和坐标模式的区别是：在数值输入文本框中输入数值后，坐标模式是确定的，而参数模式是浮动的。



图 3–11 “坐标模式”数值输入文本框



选择直线绘制



选择弧绘制

图 3–12 “参数模式”数值输入文本框

3.2.2 直线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开如图 3–13 所示的“直线”对话框，其各个参数和“型材”对话框中对应的参数含义相同。



图 3–13 “直线”对话框

3.2.3 圆弧

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆弧”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“圆弧”图标，打开如图 3–14 所示的“圆弧”对话框，其中“坐标模式”和“参数模式”参数和“型材”对话框中对应的参数含义相同。



图 3–14 “圆弧”对话框

（1）三点定圆弧：在“圆弧”对话框中单击图标，选择“三点定圆弧”方式绘制圆弧。

（2）中心和端点定圆弧：在“圆弧”对话框中单击图标，选择“中心和端点定圆弧”方式绘制圆弧。

3.2.4 圆

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“圆”图标○，打开如图 3–15 所示的“圆”对话框，其中“坐标模式”和“参数模式”参数和“型材”对话框中对应的参数含义相同。

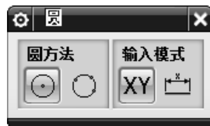


图 3–15 “圆”对话框

（1）中心和直径定圆：在“圆”对话框中单击图标，选择“中心和直径定圆”方式绘制圆。

（2）三点定圆：在“圆”对话框中单击图标，选择“三点定圆”方式绘制圆。

3.2.5 矩形

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“矩形”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“矩形”图标，打开如图 3–16 所示的“矩形”对话框，其中“坐标模式”和“参数模式”参数和“型材”对话框中对应的参数含义相同。



图 3–16 “矩形”对话框

（1）按 2 点：在“矩形”对话框中，单击图标，选择“按 2 点”绘制矩形。
（2）按 3 点：在“矩形”对话框中，单击图标，选择“按 3 点”绘制矩形。
（3）从中心：在“矩形”对话框中，单击图标，选择“从中心”绘制矩形。

3.2.6 拟合曲线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“拟合曲线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“曲线”库→“拟合曲线”图标，打开如图 3-17 所示的“拟合曲线”对话框。



图 3-17 “拟合曲线”对话框

拟合曲线分为拟合样条、拟合直线、拟合圆和拟合椭圆 4 种类型。

其中，拟合直线、拟合圆和拟合椭圆创建类型下的各个操作选项基本相同，如选择点的方式有自动判断、指定的点和成链的点三种，创建出的曲线也可以通过“结果”来查看误差。与其他三种不同的是拟合样条，其可选的操作对象有自动判断、指定的点、成链的点、曲线、面和小片面体 6 种。

（1）次数和段数：用于根据拟合样条曲线次数和分段数生成拟合样条曲线。在的“次数”

和“段数”文本框中输入用户所需的数值，若要均匀分段，则勾选“均匀段”复选框，创建拟合样条曲线。

（2）次数和公差：用于根据拟合样条曲线次数和公差生成拟合样条曲线。在“次数”“公差”数值输入文本框中输入用户所需的数值，创建拟合样条曲线。

（3）模板曲线：根据模板样条曲线，生成曲线次数及结点顺序均与模板曲线相同的拟合样条曲线。“保持选定的模板曲线”复选框被激活，勾选该复选框表示保留所选择的模板曲线，否则移除。

3.2.7 艺术样条

要在工作窗口定义样条曲线的各定义点来生成样条曲线，选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“艺术样条”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“艺术样条”图标，打开如图3-18所示的“艺术样条”对话框。

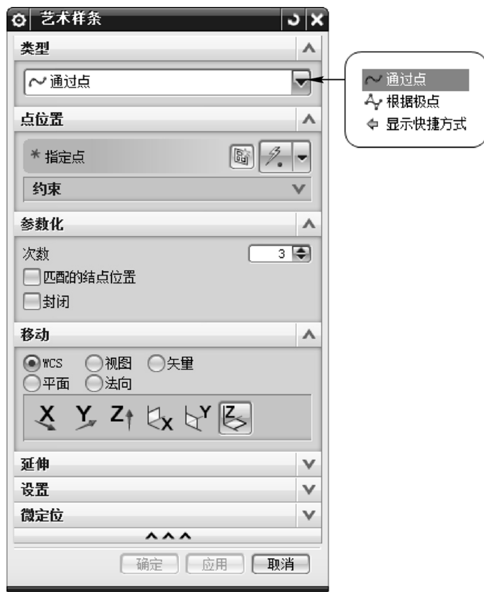


图3-18 “艺术样条”对话框

在“艺术样条”对话框中的“类型”下拉列表框中包括“通过点”和“根据极点”两种创建艺术样条曲线的方法。还可采用“根据极点”方法对已创建的样条曲线各个定义点进行编辑。

3.2.8 椭圆

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“椭圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“椭圆”图标，打开如图3-19所示的“椭圆”对话框。在该对话框中输入各项参数值，单击“确定”按钮，创建椭圆。“椭圆”示意图如图3-20所示。

3.2.9 二次曲线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“二次曲线”命令，或者依次单击“主页”选项

卡→“曲线”组→“二次曲线”图标，打开如图 3-21 所示的“二次曲线”对话框，定义三个点，输入用户所需的 Rho 值。单击“确定”按钮，创建二次曲线。



图 3-19 “椭圆”对话框

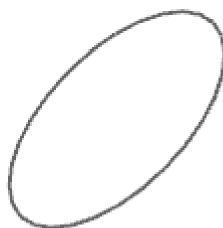


图 3-20 “椭圆”示意图



图 3-21 “二次曲线”对话框

3.2.10 实例——轴承草图

本实例创建如图 3-22 所示的轴承草图。

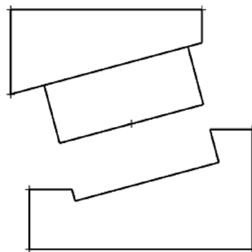


图 3-22 轴承草图



光盘\视频教学\第 3\轴承草图.avi



操作步骤

1．新建文件

依次单击“主页”选项卡→“新建”图标，打开“新建”对话框。在“模板”列表框中选择“模型”，输入“ZhouCheng”，单击“确定”按钮，进入 UG 建模环境。

2．创建点

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令，或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，进入草图绘制界面并打开“创建草图”对话框。

（2）选择 *XC*-*YC* 平面作为工作平面。

（3）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“点”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“点”图标十，打开“草图点”对话框，如图 3-23 所示。

（4）在“草图点”对话框中单击“点对话框”按钮，打开“点”对话框，如图 3-24 所示。



图 3-23 “草图点”对话框



图 3-24 “点”对话框

（5）在“点”对话框中输入要创建的点的坐标。此处共创建 7 个点，其坐标分别为：点 1（0，50，0），点 2（18，50，0），点 3（0，42.05，0），点 4（1.75，33.125，0），点 5（22.75，38.75，0），点 6（1.75，27.5，0），点 7（22.75，27.5，0），如图 3-25 所示。

3．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（2）分别连接点 1 和点 2，点 1 和点 3，点 4 和点 6，点 6 和点 7，点 7 和点 5。结果如图 3-26 所示。

+点 1　　+点 2
+点 3
+点 5
+点 4
+点 6　　+点 7

图 3-25　创建的 7 个点

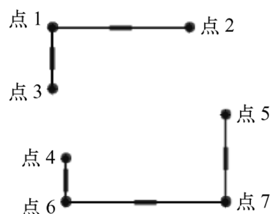


图 3-26　连接而成的直线

（3）选择点 3 作为直线的起点，创建与 *XC* 轴成 15° 角的直线，直线的长度只要超过连接点 1 和点 2 生成的直线即可。结果如图 3-27 所示。

4．创建派生线

（1）选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“派生直线”命令，选择刚创建的直线为参考直线，并设偏置值为-5.625，生成派生直线，如图 3-28 所示。

（2）创建一条派生直线，偏置值也是-5.625，如图 3-29 所示。

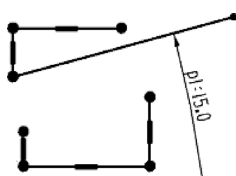


图 3-27　创建的直线

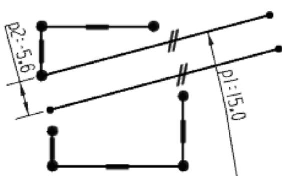


图 3-28　创建派生直线 1

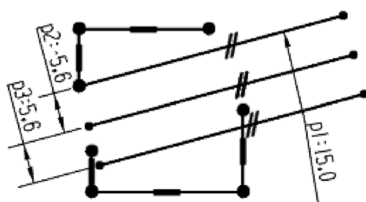


图 3-29　创建派生直线 2

5．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（2）创建一条直线，该直线平行于 *YC* 轴，并且距离 *YC* 轴的距离为 11.375，长度为能穿过新建的第一条派生直线即可，如图 3-30 所示。

6．创建点

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“点”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“点”图标十，打开“草图点”对话框。

（2）在对话框中选择，然后选择直线 2 和直线 4，求出它们的交点。

7．修剪直线

（1）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，打开“快速修剪”对话框。

（2）将图 3-29 所示的直线 2 和直线 4 修剪掉，如图 3-31 所示，图中的点为直线 2 和直线 4 的交点。

8．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（2）选择直线 2 和直线 4 的交点为起点，移动鼠标，当系统出现如图 3-32a 中所示的情

形时，表示该直线与图 3-31 中的直线 3 平行，设置该直线的长度为 7 并按〈Enter〉键。

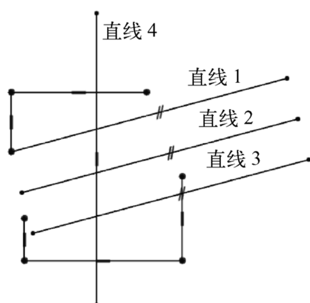


图 3-30　创建平行于 *YC* 轴的直线

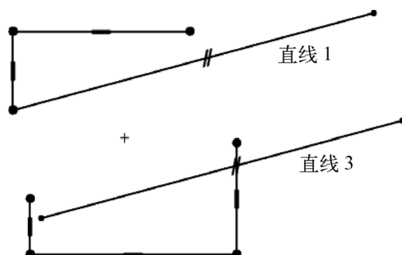


图 3-31　创建直线 2 和直线 4 的交点

（3）在另一个方向上也创建一条直线平行于图 3-32 中的直线 3，长度为 7，如图 3-32b 所示。

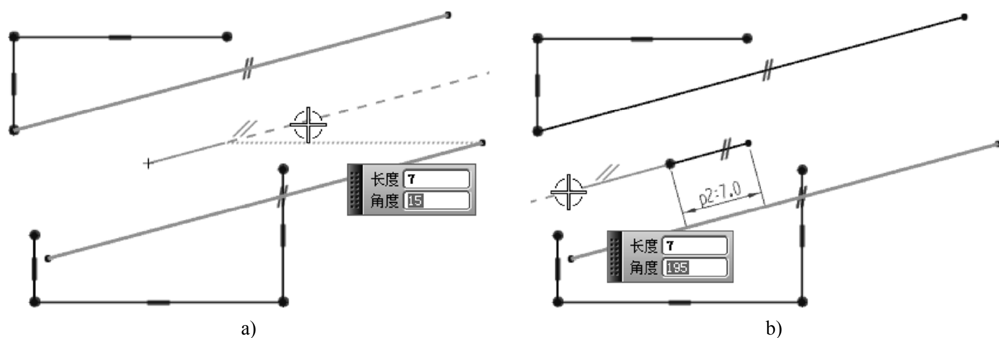


图 3-32　创建直线

（4）以刚创建的直线的端点为起点，创建两条直线与图 3-30 中的直线 1 垂直，长度为能穿过直线 1 即可，如图 3-33 所示。

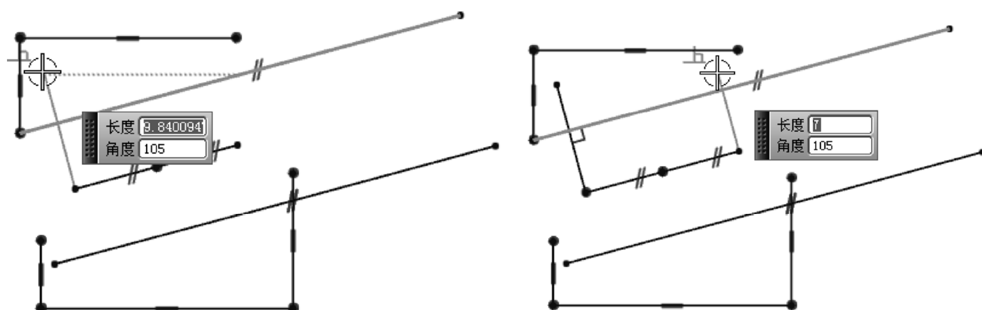


图 3-33　创建直线

9．延伸直线

（1）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速延伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速延伸”图标，打开如图 3-34 所示的“快速延伸”对话框。

（2）将上步创建的两条直线延伸至直线 3，如图 3-35 所示。



图 3-34 “快速延伸”对话框

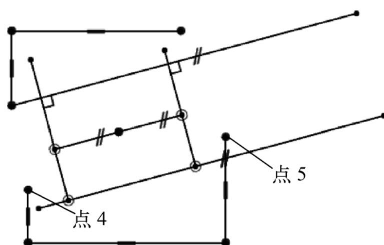


图 3-35 延伸直线

10．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（2）以图 3-35 中的点 4 为起点，并且与 *XC* 轴平行，长度为能穿过直线 3 即可，如图 3-36a 所示。

（3）以图 3-35 中所示的点 5 为起点，再创建一条直线使其与 *XC* 轴平行，长度也是能穿过刚刚快速延伸得到的直线即可，如图 3-36b 所示。

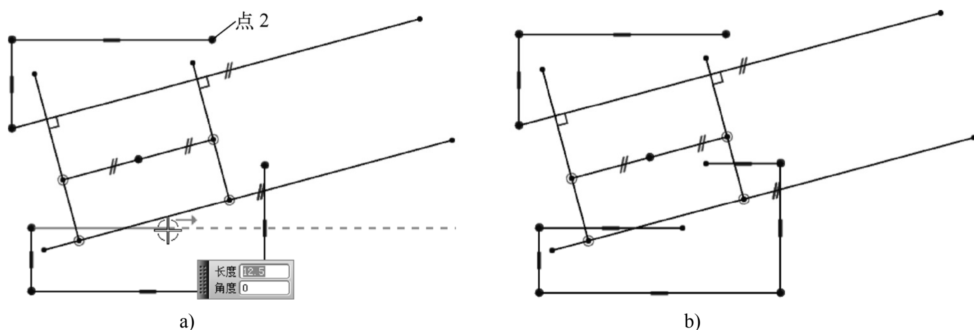


图 3-36 创建直线

11．修剪直线

（1）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，打开“快速修剪”对话框。

（2）对草图进行修剪，结果如图 3-37 所示。

12．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（2）以图 3-36a 中的点 2 为起点，创建直线使其与 *XC* 轴垂直，长度为能穿过直线 1 即可，如图 3-38 所示。

13．修剪草图

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项项

卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，对草图进行修剪，结果如图 3-39 所示。

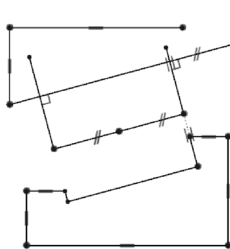


图 3-37 修剪直线后的草图

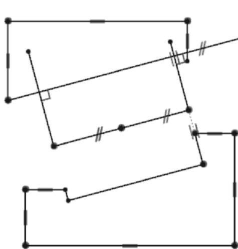


图 3-38 创建直线

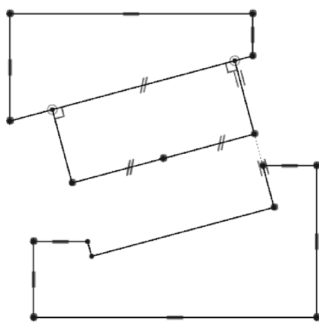


图 3-39 修剪后的草图

3.3 编辑草图

3.3.1 快速修剪

要修剪一条或者多条曲线，选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，修剪不需要的曲线。

修剪草图中不需要的线素有 3 种方式。

（1）修剪单一对象：鼠标直接选择不需要的线素，修剪边界为离指定对象最近的曲线，如图 3-40 所示。

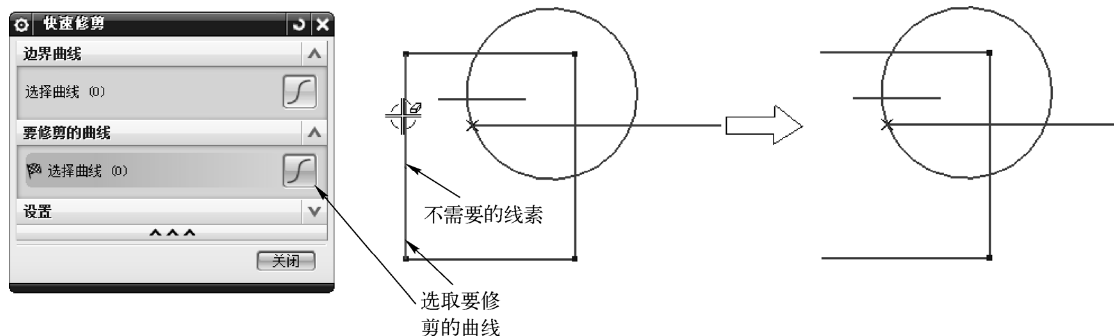


图 3-40 修剪单一对象

（2）修剪多个对象：按住鼠标左键并拖动，这时光标变成画笔，与画笔画出的曲线相交的线素都被裁剪掉，如图 3-41 所示。

（3）修剪至边界：用鼠标选择剪切边界线，然后再单击多余的线素，即以边界线为边界修剪被选中的线素，如图 3-42 所示。

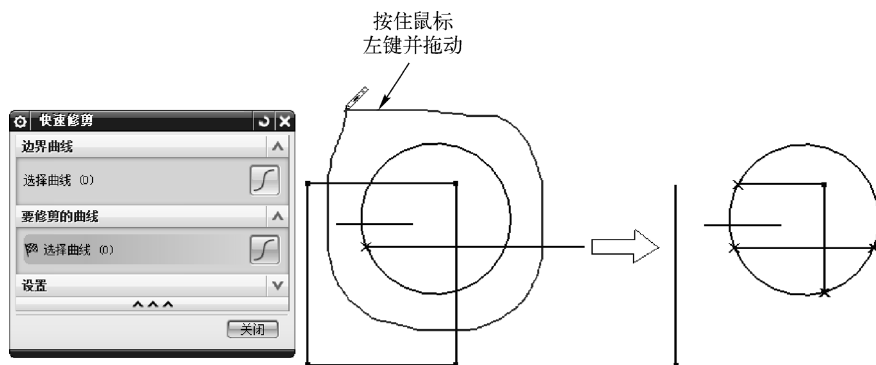


图 3-41　修剪多个对象

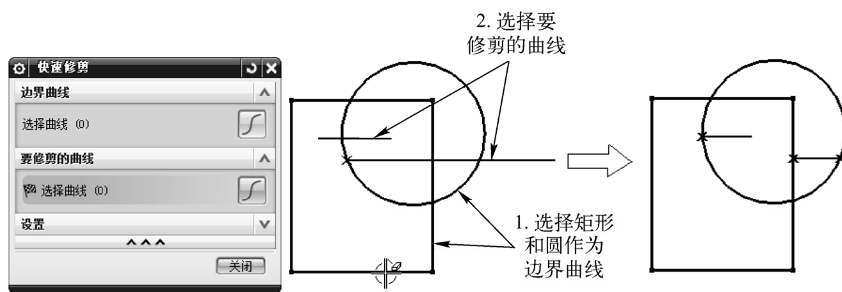


图 3-42　修剪至边界

3.3.2 快速延伸

要延伸指定的对象使其与曲线边界相交，选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速延伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速延伸”图标，延伸指定的线素使其与边界相交。

延伸指定的线素有 3 种方式。

（1）延伸单一对象：鼠标直接选择要延伸的线素，单击左键确定，线素自动延伸到下一个边界，如图 3-43 所示。

（2）延伸多个对象：按住鼠标左键并拖动，这时光标变成画笔，与画笔画出的曲线相交的线素都会被延伸，如图 3-44 所示。

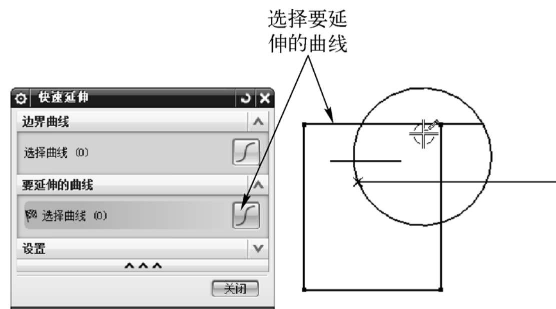


图 3-43　延伸单一对象

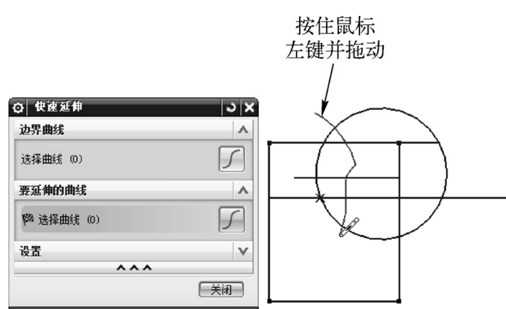


图 3-44　延伸多个对象

（3）延伸至边界：用鼠标选择延伸的边界线，然后单击要延伸的对象，被选中对象延伸至边界线，如图 3-45 所示。

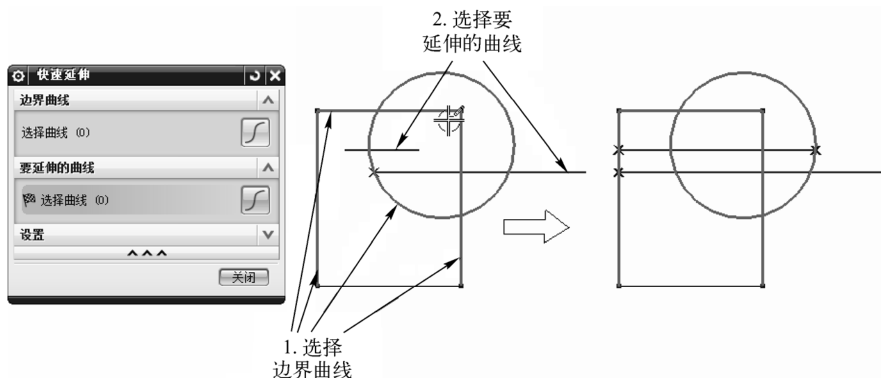


图 3-45　延伸至边界

3.3.3 派生曲线

执行“派生曲线”功能后，选择一条或几条直线，系统自动生成其平行线或中线或角平分线。

选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“派生直线”命令，选择以“派生直线”方式绘制直线。以“派生直线”方式绘制草图示意图如图 3-46 所示。

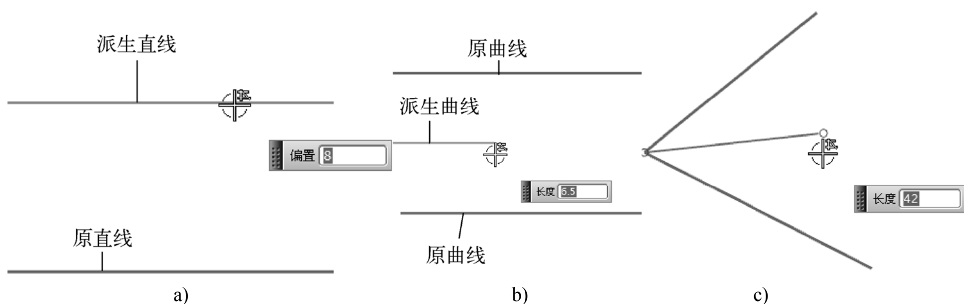


图 3-46　以“派生直线”方式绘制草图示意图

3.3.4 圆角

执行“圆角”功能后，在两条曲线之间进行倒角，并且可以动态改变圆角半径。

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“圆角”图标，系统弹出“半径”文本框，同时打开如图 3-47 所示的“圆角”对话框。

（1）修剪输入：在“圆角”对话框中单击图标，选择“修剪”功能，表示对原线素进行修剪或延伸；弹起该图标，表示对原线素不修剪也不延伸。选择以“修剪”图标创建圆角示意图如图 3-48 所示。



图 3-47 “圆角”对话框

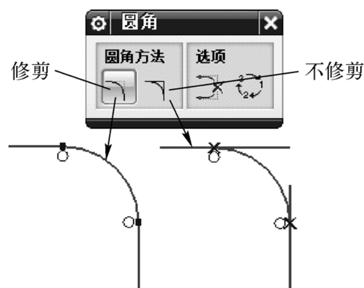


图 3-48 “修剪”方式创建圆角示意图

（2）删除第三条曲线：在“圆角”对话框中单击图标，表示在选择两条曲线和圆角半径后，存在第三条曲线和该圆角相切，系统在创建圆角的同时，自动删除和该圆角相切的第三条曲线，示意图如图 3-49 所示。

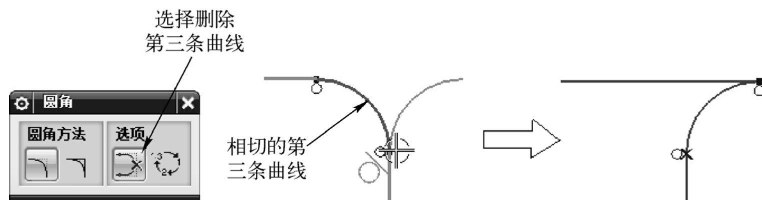


图 3-49 以“删除第三条曲线”方式创建圆角示意图

3.3.5 镜像

草图镜像操作是将草图几何对象以一条直线为对称中心线，将所选取的对象以该直线为轴进行镜像，复制成新的草图对象。镜像复制的对象与原对象形成一个整体，并且保持相关性。

选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“镜像曲线”命令，打开如图 3-50 所示的“镜像曲线”对话框。该对话框中各参数的含义如下。

（1）要镜像的曲线：用于选择一个或者多个需要镜像的草图对象。

（2）中心线：用于在工作窗口选择一条直线作为镜像中心线。在“镜像曲线”对话框中单击图标，在工作窗口中选择镜像中心线。

（3）设置：用于设置是否将中心线转换为参考，以及是否显示终点。

- 中心线转换为参考：若勾选该复选框，则将活动中心线转换为参考。如果中心线为参考轴，则系统沿该轴创建一条参考线。
- 显示终点：若勾选该复选框，则显示终点约束，以便移除或添加它们。如果移除终点约束，然后编辑原先的曲线，则未约束的镜像曲线将不会更新。

3.3.6 添加现有的曲线

“添加现有的曲线”功能用于将已存在的曲线或点（不属于草图对象的曲线或点），增加到当前的草图中。

选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“现有曲线”命令，打开如图 3-51

所示的“添加曲线”对话框。



图 3-50 “镜像曲线”对话框



图 3-51 “添加曲线”对话框

完成对象选取后，系统会自动将所选的曲线添加到当前的草图中，刚添加进草图的对象不具有任何的约束。

3.3.7 相交

“相交”功能用于求已存在的实体边缘和草图工作平面的交点。

选择“菜单”→“插入”→“处方曲线”→“相交曲线”命令，打开如图 3-52 所示的“相交曲线”对话框。系统提示用户选择已存在的实体边缘，边缘选定后，在边缘与草图平面相交的地方就会出现*号，表示存在交点，若存在循环解，则被激活，单击该图标，用户可以选择所需的交点。



图 3-52 “相交曲线”对话框

3.3.8 投影

“投影”功能能够将抽取的对象按垂直于草图工作平面的方向投影到草图中，使之成为草图对象。

选择“菜单”→“插入”→“处方曲线”→“投影曲线”命令，打开如图 3-53 所示的“投影曲线”对话框。

通过选择草图外部的对象，可以生成抽取的曲线或线串。能够抽取的对象包括：曲线（关联或非关联的）、边、面、其他草图或草图内的曲线、点。



图 3-53 “投影曲线”对话框

3.4　草图约束

草图约束是用于限制草图的形状和大小，包括限制大小的尺寸约束和限制形状的几何约束。

3.4.1 尺寸约束

1．线性尺寸

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“线性”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“线性尺寸”图标，打开“线性尺寸”对话框，如图 3-54 所示。在绘图工作区中选取同一对象或不同对象的两个控制点，则用两点的连线标注尺寸。

2．角度尺寸

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“角度”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“角度尺寸”图标，打开“角度尺寸”对话框，如图 3-55 所示。在绘图工作区中，一般在远离直线交点的位置选择两条直线，系统会标注这两条直线之间的夹角，如果选取直线时光标比较靠近两条直线的交点，则标注的是对顶角。其示意图如图 3-55 所示。



图 3-54 “线性尺寸”对话框



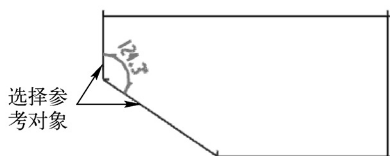


图 3-55 “角度”标注尺寸示意图

3．径向尺寸

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“径向”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“径向尺寸”图标，打开“径向尺寸”对话框，如图 3-56 所示。在绘图工作区中选取一段圆弧曲线，则系统直接标注圆弧的半径尺寸，如图 3-56 所示。

4．周长尺寸

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“周长”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“周长尺寸”图标，打开“周长尺寸”对话框，如图 3-57 所示。在绘图工作

区中选取一段或多段曲线，则系统会标注曲线的周长。这种方式不会在绘图区显示。



图 3-56 “半径”标注尺寸示意图



图 3-57 “周长尺寸”对话框

3.4.2 约束工具

约束工具用于建立草图对象的几何特征，或者建立两个或多个对象之间的关系。

1．几何约束

依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“几何约束”图标，打开如图 3-58 所示的“几何约束”对话框，在“约束”栏中选择要添加的约束，在视图中分别选择要约束的对象和要约束到的对象，可以在“设置”栏中勾选约束添加到约束栏中。选择“垂直”约束的示意图如图 3-59 所示。



图 3-58 “几何约束”对话框

2．自动约束

依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“约束”库→“自动约束”图标，打开如图 3-60 所示的“自动约束”对话框，通过选取约束对两个或两个以上对象进行几何约束操作。用户可以在该对话框中设置距离和公差，以控制显示自动约束的符号的范围，单击“全部设

置”按钮一次性选择全部约束，单击“全部清除”按钮一次性清除全部设置。若勾选☑应用远程约束复选框，则所选约束在绘图区和在其他草图文件中所绘草图有约束时，系统会显示约束符号。

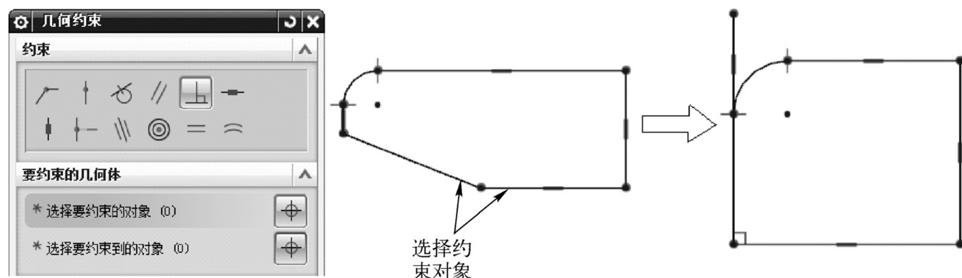


图 3-59　选择“垂直”约束示意图

3．显示/移除约束

单击“主页”选项卡→“约束”组→“显示/移除约束”图标，打开如图 3-61 所示的“显示/移除约束”对话框。



图 3-60　“自动约束”对话框



图 3-61　“显示/移除约束”对话框

（1）列出以下对象的约束。

- 选定的对象（选定一个对象）：用于显示当前所选中的一个草图对象的几何约束。
- 选定的对象（选定多个对象）：用于显示当前所选中的多个草图对象的几何约束。
- 活动草图中的所有对象：用于显示当前草图中所有对象的几何约束。

（2）约束类型：用于设置在绘图区要显示的约束类型。

- 包含：用于显示指定类型的几何约束。

● 排除：用于显示指定类型以外的其他几何约束。

（3）显示约束：用于显示符合约束条件的对象。

（4）移除高亮显示的：单击“移除高亮显示的”按钮时，将移除当前高亮显示的几何对象的约束。

（5）移除所列的：单击“移除所列的”按钮时，将移除“显示约束”列表框中所有对象的几何约束。

（6）信息：用于查询约束信息。单击“信息”按钮，打开如图 3-62 所示的“信息”窗口。

4．转换至/自参考对象

依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“约束”库→“转换至/自参考对象”图标，打开如图 3-63 所示的“转换至/自参考对象”对话框，将草图曲线或尺寸转换为参考对象，或将参考对象转换为草图对象。

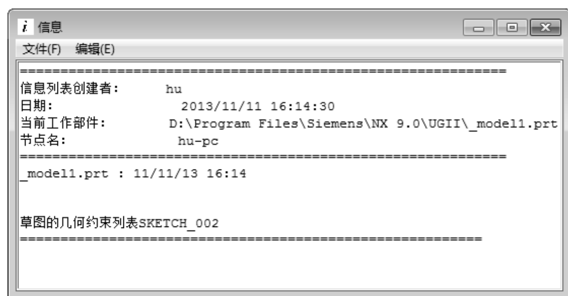


图 3-62 “信息”窗口

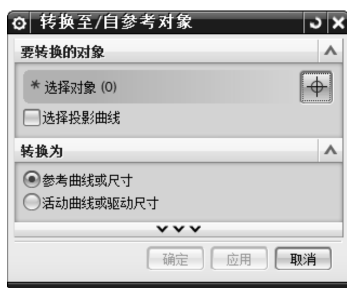


图 3-63 “转换至/自参考对象”对话框

（1）参考曲线或尺寸：选择该单选按钮时，系统将所选对象由草图对象或尺寸转换为参考对象。

（2）活动曲线或驱动尺寸：选择该单选按钮时，系统将当前所选的参考对象激活，转换为草图对象或尺寸。

5．备选解

依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“约束”库→“备选解”图标，打开如图 3-64 所示的“备选解”对话框。当对草图进行约束操作时，同一约束条件可能存在多种解决方法，采用“备选解”操作可从一种解法转为另一种解法。

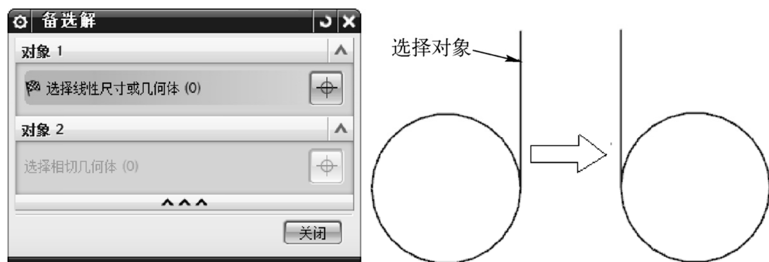


图 3-64 “备选解”操作示意图

例如，圆弧和直线相切有两种方式，其“备选解”操作示意图如图 3-64 所示。

6．自动判断约束和尺寸

该功能用于预先设置约束类型，系统会根据对象间的关系，自动添加相应的约束到草图对象上。依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“约束”库→“自动判断约束和尺寸”图标，打开如图 3-65 所示的“自动判断约束和尺寸”对话框。

7．动画尺寸

该功能用于使草图中制定的尺寸在规定的范围内变化，同时观察其他相应的几何约束变化的情形以此来判断草图设计的合理性，及时发现错误。在进行“动画尺寸”操作之前，必须先在草图对象上进行尺寸标注和必要的约束，依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“约束”库→“动画尺寸”图标，打开如图 3-66 所示的“动画尺寸”对话框。系统提示用户在绘图区或在尺寸表达式列表框中选择一个尺寸，然后在对话框中设置该尺寸的变化范围和每一个循环显示的步长。单击“确定”按钮后，系统会自动在绘图区动画显示与此尺寸约束相关的几何对象。



图 3-65 “自动判断约束和尺寸”对话框



图 3-66 “动画”对话框

（1）尺寸表达式列表框：用于显示在草图中已标注的全部尺寸表达式。

（2）下限：用于设置尺寸在动画显示时变化范围的下限。

（3）上限：用于设置尺寸在动画显示时变化范围的上限。

（4）步数/循环：用于设置每次循环时动态显示的步长值。输入的数值越大，则动态显示的速度越慢，但运动较为连贯。

（5）显示尺寸：用于设置在动画显示过程中，是否显示已标注的尺寸。如果勾选该复选

框，在草图动画显示时，所有尺寸都会显示在窗口中，且其数值保持不变。否则不显示其他尺寸。

3.4.3 实例——阶梯轴草图

本实例创建如图 3-67 所示的草图。

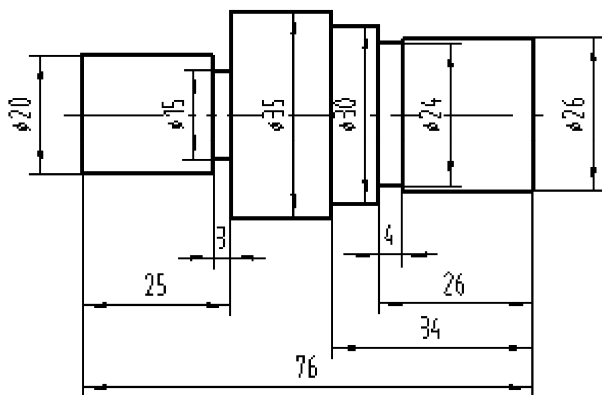


图 3-67 阶梯轴


参见光盘

光盘\视频教学\第 3\阶梯轴.avi


操作步骤

1．新建文件

依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，在“模板”列表框中选择“模型”，输入“Zhou”，单击“确定”按钮，进入 UG 建模环境。

2．绘制中心线

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令，或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，进入草图绘制界面并打开“创建草图”对话框。

（2）以平面方法选择“创建平面”，选择 *XC-YC* 平面作为工作平面。

（3）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（4）绘制一条水平直线。

3．绘制轮廓线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“轮廓”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“轮廓”图标，打开“型材”对话框。

（2）以坐标原点为起点，绘制如图 3-68 所示的图形。

4．几何约束

（1）依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“几何约束”图标，打开如图 3-69 所示的“几何约束”对话框，单击“共线”按钮，选择刚绘制的中心线为要约束的对象，选

择 *X* 轴为要约束到的对象，使中心线和 *X* 轴共线。

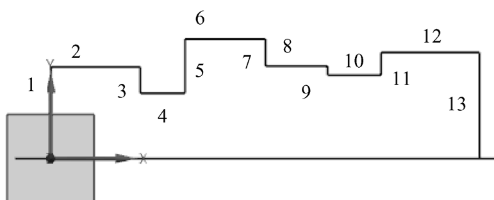


图 3-68　轮廓线



图 3-69 “几何约束”对话框

（2）选择直线 1 为要约束的对象，选择 *Y* 轴为要约束到的对象，使竖直直线 1 和 *Y* 轴重合。

（3）同上步骤，选择图中的所有竖直直线，使其平行于 *Y* 轴。

（4）同上步骤，选择图中的所有水平直线，使其平行于 *X* 轴，结果如图 3-70 所示。

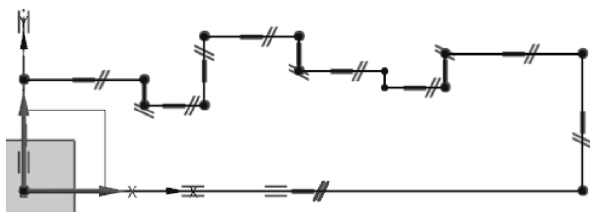


图 3-70　几何约束

5．尺寸约束

依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“快速标注”图标，标注图中的尺寸，如图 3-71 所示。

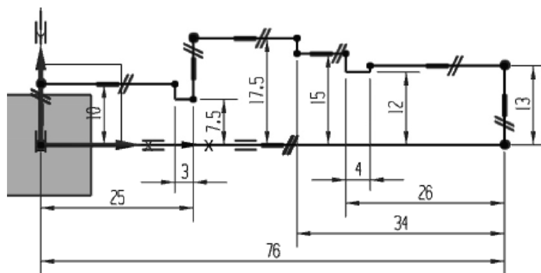


图 3-71　竖直尺寸

6．镜像图形

（1）选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“镜像曲线”命令，打开“镜像草图”对话框。

（2）选择与 *X* 轴重合的线段为镜像中心线。

（3）选取所有的曲线为要镜像的曲线，单击“确定”按钮，结果如图 3-72 所示。

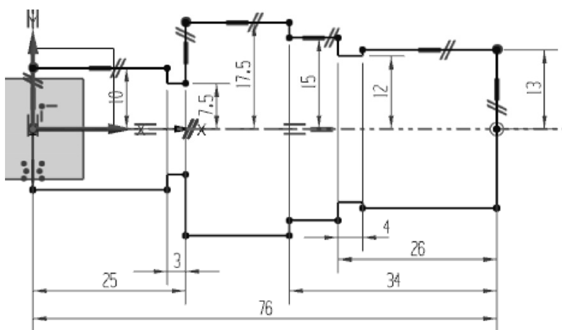


图 3-72　镜像图形

7．绘制直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标⁄，打开“直线”对话框。

（2）连接所有轴肩，结果如图 3-73 所示。

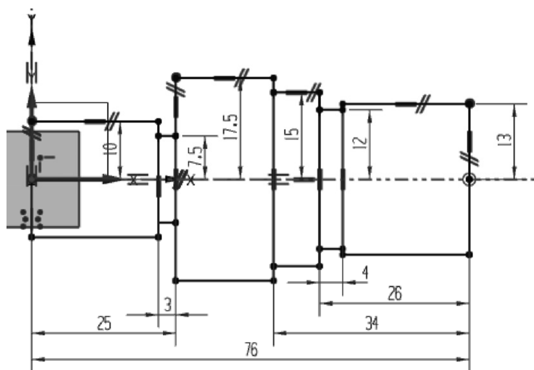


图 3-73　绘制轴肩

3.5　综合演练——拨片草图

本综合实例创建如图 3-74 所示的拨片草图。

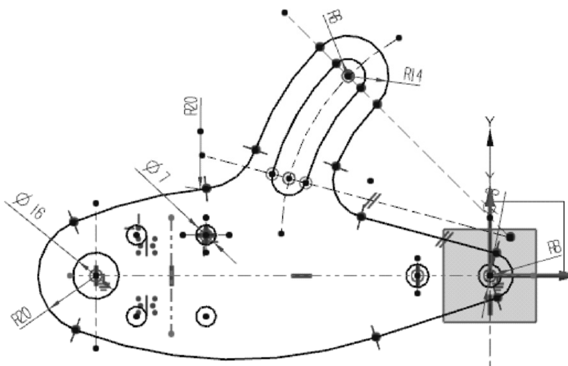


图 3-74　拨片草图



光盘\视频教学\第 3 章\拨片草图.avi



操作步骤

1．新建文件

依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，在“模板”列表框中选择“模型”，输入“bopian”，单击“确定”按钮，进入 UG 建模环境。

2．草图预设置

（1）选择“菜单”→“首选项”→“草图”命令，打开如图 3-75 所示的“草图首选项”对话框。

（2）在“草图首选项”对话框中，单击“确定”按钮，草图预设置完毕。

3．绘制直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令，或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，进入草图绘制界面。

（2）选择 *XC-YC* 平面作为工作平面。

（3）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“直线”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“直线”图标，打开“直线”对话框。

（4）选择坐标模式绘制直线，在“XC”和“YC”文本框中分别输入“15”和“0”。在“长度”和“角度”文本框中分别输入“160”和“180”，绘制的直线如图 3-76 所示。

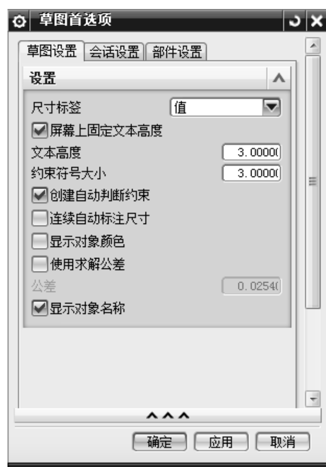


图 3-75 “草图首选项”对话框



图 3-76 绘制直线 1

（5）同理，按照 *XC*、*YC*、长度和角度的顺序，分别绘制（0，-40），（60，90）；（-25，-6），（12，90）；（-98，8），（12，90）；（-106，14），（16，0）；（-136，-25），（50，90）；（7，13），（110，165）；（7，13），（110，135）6 条直线，如图 3-77 所示。

4．绘制圆弧

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆弧”命令，或者依次单击“主页”选项

卡→“曲线”组→“圆弧”图标，打开“圆弧”对话框。

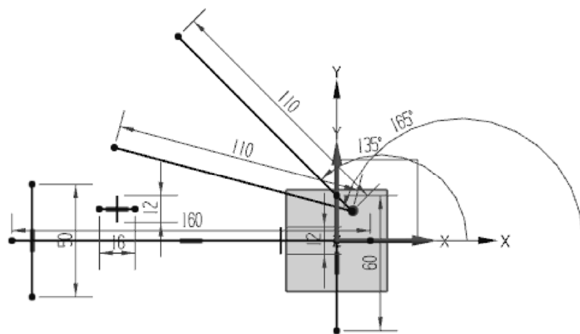


图 3-77　绘制其他 6 条直线

（2）单击按钮，选择“中心和端点定圆弧”方式绘制弧。

（3）选择“坐标模式”绘制圆弧，在“上边框条”选中图标。在如图 3-78 所示的草图中捕捉两条斜线的交点。

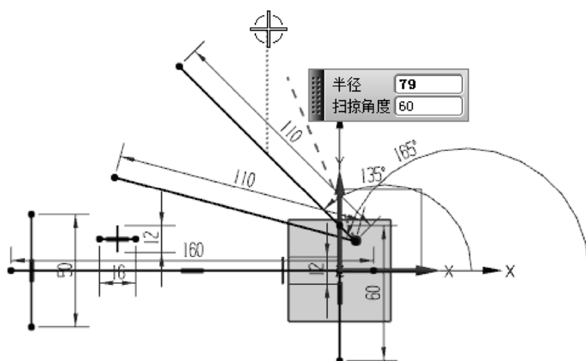


图 3-78　捕捉交点

（4）分别在“半径”和“扫掠角度”文本框中输入“79”和“60”。单击鼠标左键，创建圆弧，如图 3-79 所示。

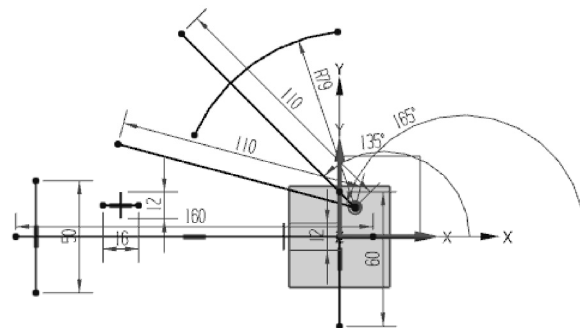


图 3-79　创建圆弧

 注意：

如果在步骤（3）中绘制圆弧时，圆弧弧长不够无法取得交点，可依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速延伸”图标，延伸圆弧长度。

5．修改线型

（1）选择所有的草图对象。

（2）把鼠标放在其中一个草图对象上，单击鼠标右键，打开如图 3-80 所示的快捷菜单。

（3）在快捷菜单中选择“编辑显示”命令，打开如图 3-81 所示的“编辑对象显示”对话框。

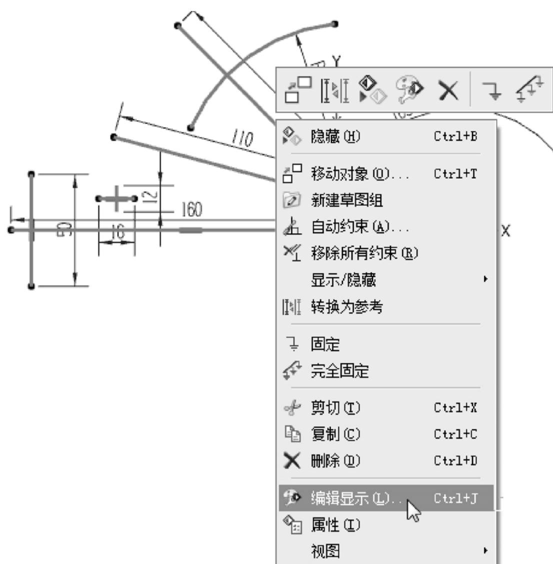


图 3-80　快捷菜单



图 3-81　“编辑对象显示”对话框

（4）在“编辑对象显示”对话框的“线型”下拉列表框中选择“中心线”，在“宽度”的下拉列表框中选择第一种线宽 0.13 mm。

（5）在“编辑对象显示”对话框中，单击“确定”按钮，则所选草图对象发生变化，如图 3-82 所示。

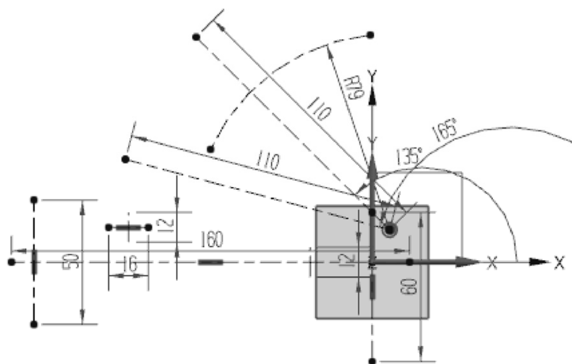


图 3-82　编辑对象显示后的草图

6．绘制圆和圆弧

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“圆”图标◯，打开“圆”对话框。

（2）在“圆”对话框中单击⊙图标，选择“圆心和直径定圆”方式绘制圆。

（3）在“上边框条”选中⼗图标。在草图中捕捉如图 3-83 所示的交点。

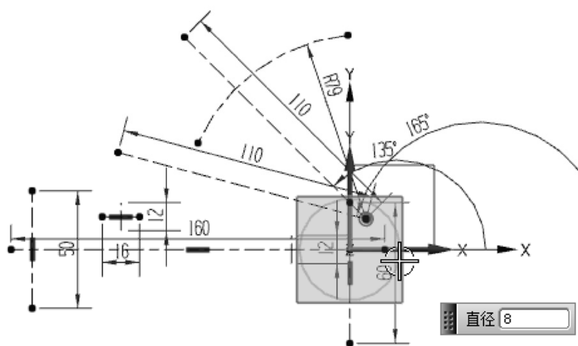


图 3-83 捕捉交点

（4）在“直径”文本框中输入“8”，单击鼠标左键，创建圆，如图 3-84 所示。

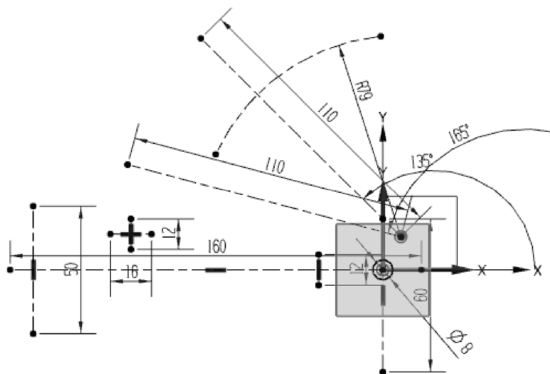


图 3-84 创建圆

（5）同理，按照上步介绍的方法，绘制直径分别为 8 和 18 的圆，如图 3-85 所示。

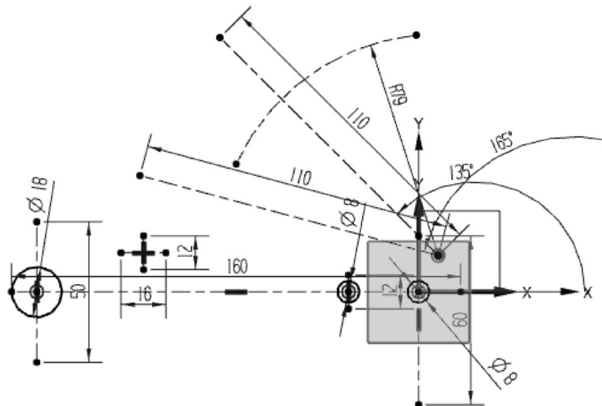


图 3-85 绘制直径分别为 8 和 18 的圆

（6）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“圆弧”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“圆弧”图标，打开“圆弧”对话框。绘制圆心、半径、扫掠角度分别为（0，0），8，180；（－136，0），20、180 的圆弧。其中，圆心可用“上边框条”中的“交点”选项进行捕捉。

（7）在绘图区捕捉坐标为（7，13）的点为圆心，绘制半径和扫描角度分别为 65，60；93，60；73，50；85，50 的圆弧。分别以在如图 3-85 所示的圆弧和最上边斜直线的交点为圆心，绘制半径和扫描角度分别为 6，180；14，180 的两段圆弧。分别以在如图 3-84 所示的圆弧和下边斜直线的交点为圆心，绘制半径和扫描角度分别为 6，180 的圆弧。

（8）绘制完以上圆弧的草图如图 3-86 所示。

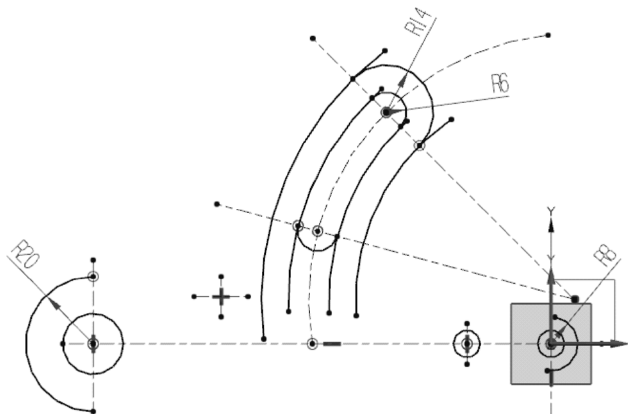


图 3-86　绘制圆弧后的草图

7．草图编辑

（1）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，修剪不需要的曲线。修剪后的草图如图 3-87 所示。

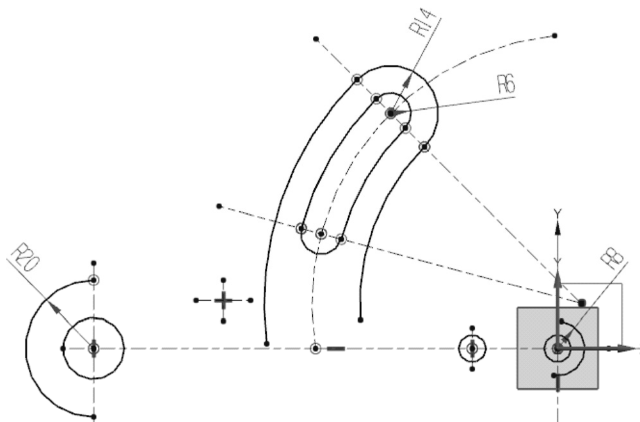


图 3-87　修剪后的草图

（2）绘制如图 3-88 所示的直线，使其平行于最近的长度为 110 的中心线。创建如图 3-89

所示的相切约束。

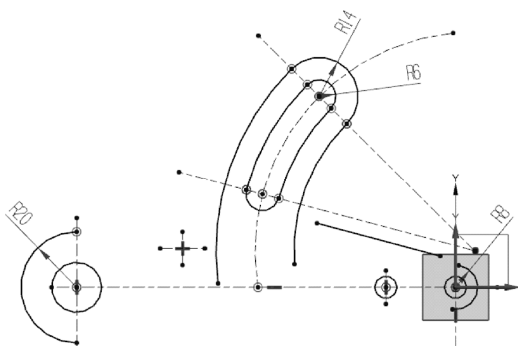


图 3-88　绘制直线

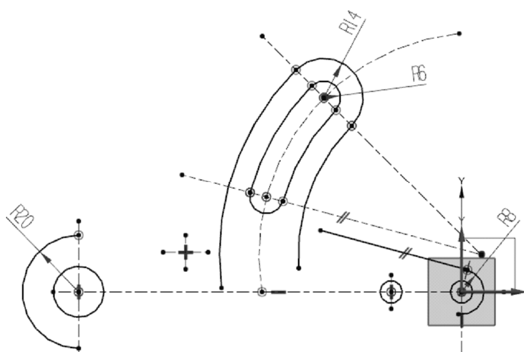


图 3-89　创建直线和圆弧相切约束

8．绘制草图

（1）绘制半径为 13、扫描角度为 120 的圆弧，如图 3-90 所示。

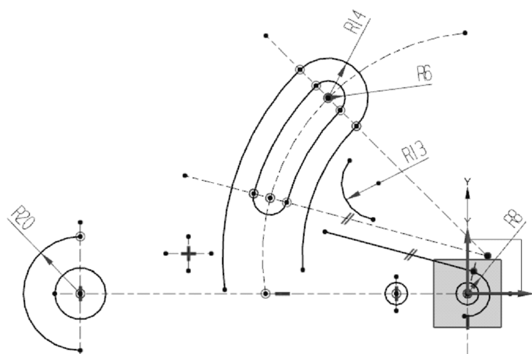


图 3-90　绘制圆弧

（2）创建第（1）步所绘圆弧分别和直线及半径为 65 的圆弧的相切约束（注：如果在执行“相切”约束时，原有曲线发生移动，可使用“完全固定”约束先固定原有曲线，再执行“相切”约束时便不会发生移动），如图 3-91 所示。

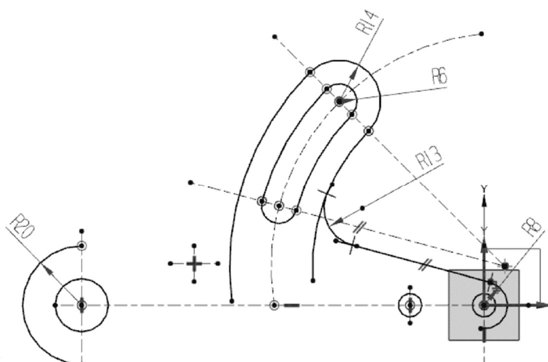


图 3-91　创建相切约束

9．编辑草图

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“快速修剪”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“曲线”组→“快速修剪”图标，修剪不需要的曲线。修剪后的草图如图 3-92 所示。

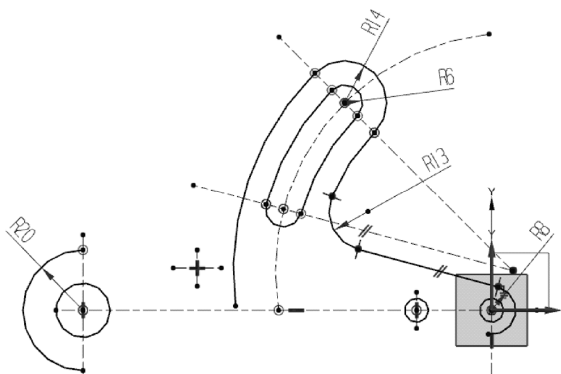


图 3-92　裁剪后的草图

10．绘制草图

（1）绘制半径为 156，扫描角度为 120 的两条圆弧，如图 3-93 所示。

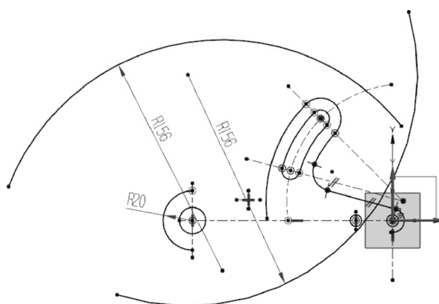


图 3-93　绘制圆弧

（2）创建图 3-79 所示圆弧 2 和半径为 20 圆弧的相切约束，如图 3-94 所示。

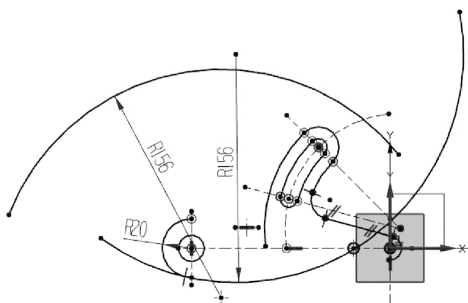


图 3-94　创建相切约束

（3）绘制如图 3-95 所示的直线。

（4）分别创建直线和半径为 8 圆弧的相切约束以及直线和圆弧 2 的相切约束，并修剪草

图，如图 3-96 所示。

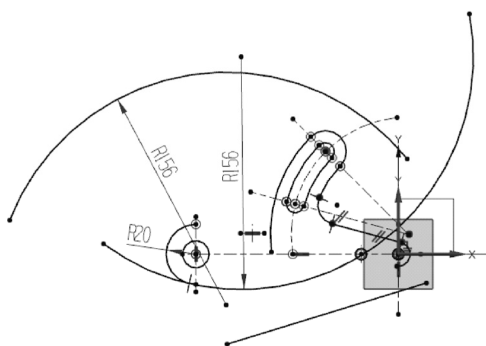


图 3-95　绘制直线

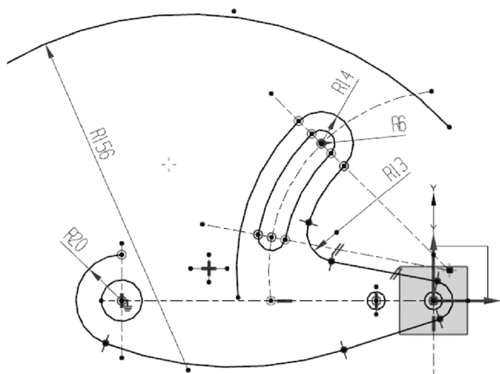


图 3-96　创建相切约束

（5）绘制半径为 20、扫掠角度为 120 的圆弧，如图 3-97 所示。

（6）分别创建半径为 20 的圆弧和半径为 93 的圆弧的相切约束、圆弧 1 和半径为 20 的圆弧的相切约束，以及圆弧 1 和圆弧 3 的相切约束，修剪后的草图如图 3-98 所示。

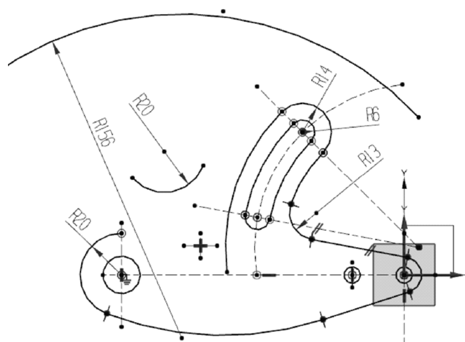


图 3-97　绘制圆弧

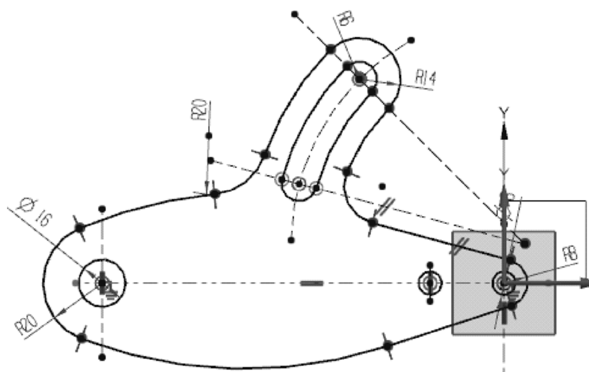


图 3-98　创建相切约束

（7）绘制如图 3-99 所示的直径为 7 的圆。

（8）在点（-110，20）处绘制直线，长度和角度分别为 40 和 270，如图 3-100 所示。

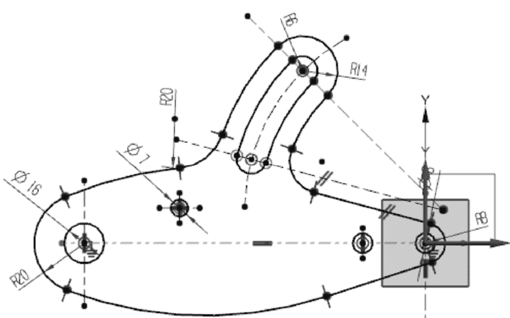


图 3-99　绘制圆

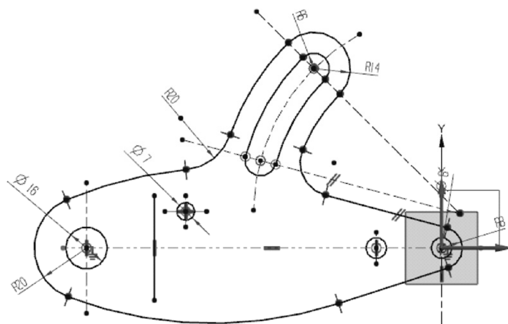
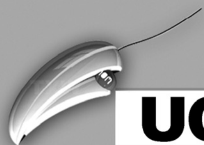


图 3-100　绘制直线



11．镜像曲线

（1）选择“菜单”→“插入”→“来自曲线集的曲线”→“镜像曲线”命令，打开“镜像草图”对话框。

（2）选择镜像草图对象，如图 3-101 所示。

（3）选择直线为中心线。

（4）在“镜像草图”对话框中单击“确定”按钮，创建镜像特征，如图 3-102 所示。

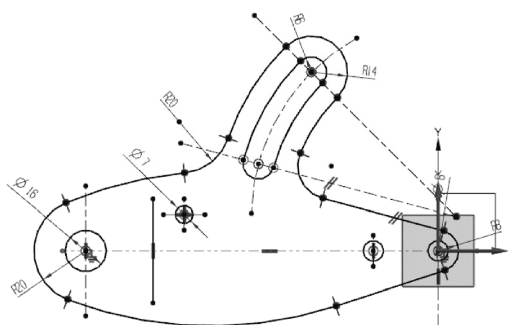


图 3-101　选择镜像草图对象

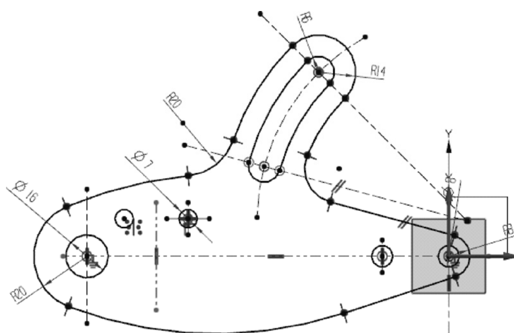


图 3-102　创建镜像特征

（5）同理，以 *XC* 轴为镜像中心线，选择草图对象和镜像后的草图对象为镜像几何体，最终结果如图 3-103 所示。

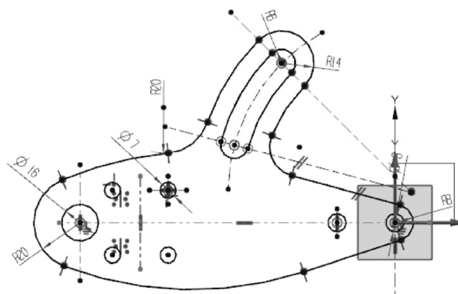


图 3-103　第二次镜像后的草图

第 4 章

曲 线 功 能

本章主要介绍曲线的建立、操作以及编辑的方法。UG NX 9.0 改进了曲线的各种操作风格，以前版本中一些复杂难用的操作方式被抛弃了，采用了新的方法，在本章中将会详述。

4.1 曲线

在所有的三维建模中，曲线是构建模型的基础。只有曲线构造的质量良好才能保证以后的面或实体质量好。曲线功能主要包括曲线的生成、编辑和操作方法。

4.1.1 基本曲线

1．直线的建立

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“基本曲线”图标，在打开的对话框中选中“直线”图标（如图 4-1 所示）。以下对其中的各选项做简单说明。



图 4-1 “基本曲线”对话框

（1）无界：当该选项设置为“打开”时，不论生成方式如何，所生成的任何直线都会被限制在视图的范围内（“线串模式”变灰）。

（2）增量：该复选框用于以增量的方式生成直线，即在选定一点后，分别在绘图区下方跟踪条的 *XC*、*YC*、*ZC* 文本框（如图 4-2）中输入坐标值作为后一点相对于前一点的增量。



图 4-2 跟踪条

对于大多数直线生成方式，可以通过在跟踪条的文本框中键入值并在生成直线后立即按〈Enter〉键，创建角度值或长度值精确的直线。

（3）点方法：该选项菜单能够相对于已有的几何体，通过指定光标位置或使用点构造器来指定点。该菜单上的选项与点对话框中选项的作用相似。

（4）线串模式：若勾选该复选框，则能够生成未打断的曲线串，一个对象的终点变成了下一个对象的起点。若要终止线串模式，只需将取消勾选该复选框。若要中断线串模式在生成下一个对象时再启动，可选择“打断线串”。

（5）打断线串：在选择该选项的地方打断曲线串，但“线串模式”仍保持激活状态（即，如果继续生成直线或弧，它们将位于另一个未打断的线串中）。

（6）锁定模式：当生成平行于、垂直于已有直线或与已有直线成一定角度的直线时，如果选择“锁定模式”，则在当前图形窗口中以橡皮线显示的直线生成模式将被锁定。当下一步操作通常会导致直线生成模式发生改变，而又想避免这种改变时，可以使用该选项。

当选择“锁定模式”后，该按钮会变为“解锁模式”。可选择“解锁模式”来解除对正在生成的直线的锁定，使其能切换到另外的模式中。

（7）平行于 *XC*、*YC*、*ZC*：这些按钮用于生成平行于 *XC*、*YC* 或 *ZC* 轴的直线。指定一个点，选择所需轴的按钮，并指定直线的终点。

（8）原始的：选中该单选按钮后，新创建的平行线的距离由原先选择线算起。

（9）新的：选中该单选按钮后，新创建的平行线的距离由新选择线算起。

（10）角度增量：如果指定了第一点，然后在图形窗口中拖动光标，则该直线就会捕捉至该字段中指定的每个增量度数处。只有当点方法设置为“自动推断的点”时，“角度增量”才有效。如果使用了任何其他的“点方式”，则会忽略“角度增量”。

要更改“角度增量”，可在该字段中输入一个新值，并按〈Enter〉键。（只有按〈Enter〉键之后，新值才会生效。）

2．圆

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令，在打开的对话框中选中“圆”图标（如图 4-3 所示）。其中大部分选项前面已介绍，此处主要介绍圆创建独有的选项。

“多个位置”：若勾选此复选框，则每定义一个点，都会生成先前生成的圆的一个副本，其圆心位于指定点。

3．圆弧

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令，在打开的对话框中选中其中的“圆弧”图标（如图 4-4 所示）。其中大部分选项前面已介绍，此处主要介绍圆弧创建独有的选项。



图 4-3 创建“圆”



图 4-4 创建“圆弧”

（1）整圆：当勾选该复选框时，不论其生成方式如何，所生成的任何弧都是完整的圆。

（2）备选解：生成当前所预览的弧的补弧，只能在预览弧的时候使用。如果将光标移至该对话框之后选择“备选解”，预览的弧会发生改变，就不能得到预期的结果了。

（3）创建方法：弧的生成方式有以下两种（以样图为例介绍）。

1）起点，终点，圆弧上的点：利用这种方式，可以生成通过三个点的弧，或通过两个点并与选中对象相切的弧。选中的要与弧相切的对象不能是抛物线、双曲线或样条（但是，可以选择其中的某个对象与完整的圆相切），如图 4-5 所示。使用这种方式生成弧有以下 2 个步骤。

● 定义两个点。可以通过光标位置、控制点或在跟踪条中键入数字并按〈Enter〉键来定



义点，拖动即可显示弧。弧的端点是两个已定义的点。



图 4-5　以“起点，终点，圆弧上的点”方式创建圆弧示意图

● 定义第三点或选择一个相切对象（不能是抛物线、双曲线或样条）。

2）中心点，起点，终点：使用这种方式，应首先定义中心点，然后定义弧的起始点和终止点，如图 4-6 所示。使用这种方式生成弧有以下 4 个步骤。



图 4-6　以“中心点，起点，终点”方式创建圆弧示意图

● 选择“中心点，起点，终点”单选按钮以将该选项置为“打开”。
● 定义中心点。可以通过光标位置、控制点或在对话条中键入数字并按〈Enter〉键来定义点。
● 定义第二个点。这样可确定弧的半径和起始角。弧从第二个点开始沿逆时针方向，按橡皮筋方式显示。
● 当显示出预期的弧后，指定光标位置、选择限制几何体或在跟踪条中输入一个终止角（记住，用户可以通过为“备选解”按鼠标中键获得所预览弧的补弧）。

（4）跟踪条：如图 4-7 所示，在弧的生成和编辑期间，跟踪条中有以下字段可用。

XC、*YC* 和 *ZC* 文本框中各显示弧的起始点的位置。第 4 项“半径”字段显示弧的半径。第 5 项“直径”字段显示弧的直径。第 6 项“起始角”字段显示弧的起始角度，从 *XC* 轴开始测量，按逆时针方向移动。第 7 项“终止角”字段显示弧的终止角度，从 *XC* 轴开始测量，按逆时针方向移动。

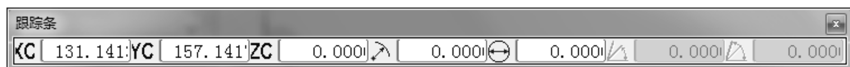


图 4-7 跟踪栏对话条

需要注意的是，在使用“起始点，终止点，弧上的点”生成方式时，后两项（“起始角”和“终止角”字段）将变灰。

4．倒圆角

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令，在对话框中选中“圆角”图标，对话框如图 4-8 所示。可以使用“圆角”选项来圆整两条或三条选中曲线的相交处。还可以指定生成圆角时原先的曲线的修剪方式。

需要注意的是，在激活的草图中的圆角是使用“草图圆角”对话框而不是使用本节所述的“曲线倒圆”对话框生成的。



图 4-8 “曲线倒圆”对话框

“曲线倒圆“对话框中选项的功能如下。

（1）简单倒圆：在两条共面非平行直线之间生成圆角。通过输入半径值确定圆角的大小。直线将被自动修剪至与圆弧的相切点。生成的圆角与直线的选择位置直接相关。要同时选择两条直线。必须以同时包括两条直线的方式放置选择球，如图 4-9 所示。

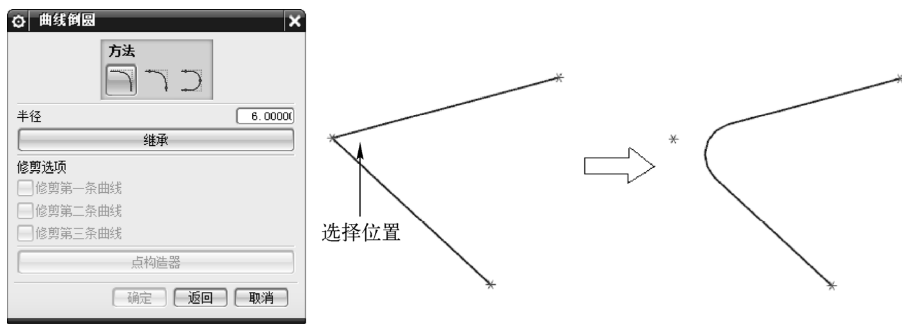


图 4-9 “简单圆角”示意图

通过指定一个点选择两条直线。该点确定如何生成圆角，并指示圆弧的中心。将选择球的中心放置到最靠近要生成圆角的交点处。各条线将延长或修剪到圆弧处，如图 4-10 所示。

（2）2 曲线倒圆：在两条曲线（包括点、线、圆、二次曲线或样条）之间构造一个圆角。两条曲线间的圆角是沿逆时针方向从第一条曲线到第二条曲线生成的一段弧。通过这种方式生成的圆角同时与两条曲线相切，如图 4-11 所示。

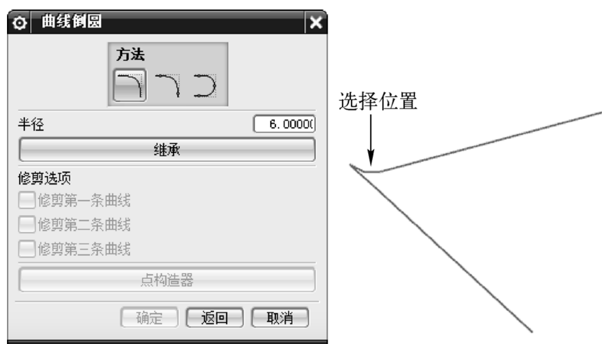


图 4-10 “圆角方向”示意图

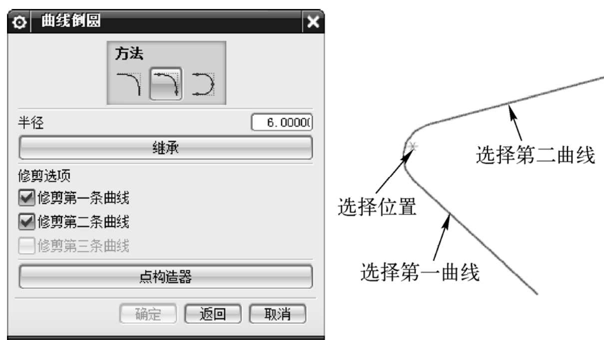


图 4-11 “2 曲线倒圆”示意图

2 曲线倒圆有以下几种圆角情况。

1）两个点之间的圆角：如果圆角在两个点之间生成，那么该圆角就会生成在一个基于点的位置的平面上。

需要注意的是，如果两点之间的矢量平行于 *ZC* 轴，则不能构造出圆角。

2）一个点和另一条曲线之间的圆角：如果只有一条曲线为点，那么圆角平面定义为包含从该点到圆角相切点的矢量，以及倒圆角对象的切线 $\bar{B}$ 的平面。该圆角平面完全独立于工作坐标系。

3）两条曲线之间的圆角：如果两条曲线都不是点，那么，圆角平面就是包含第一条曲线切线的平面。该平面与同时垂直于两条曲线切线的矢量垂直。这两条曲线不必位于同一平面内，而且圆角完全独立于工作坐标系，如图 4-11 所示。

（3）3 曲线倒圆：该选项可在三条曲线间生成圆角，这三条曲线可以是点、线、圆弧、二次曲线和样条的任意组合。“半径”选项不可用。

三条曲线倒出的圆角是沿逆时针方向从第一条曲线到第三条曲线生成的一段圆弧。该圆角是按从圆弧的中心到所有三条曲线的距离相等的方式构造的。三条曲线不必位于同一个平面内，如图 4-12 所示。

这些曲线被修剪至圆角的切点处。如果原先的曲线不与圆角弧相切，则系统会计算并显示与圆角相交所必需的曲线的外推部分（除了无法外推的点和样条）。

一般在每一步的操作过程中，状态栏都会给出相应的下一步操作提示。对于上述的操作，

当没有能顺利生成圆角时，系统会给出如下信息。

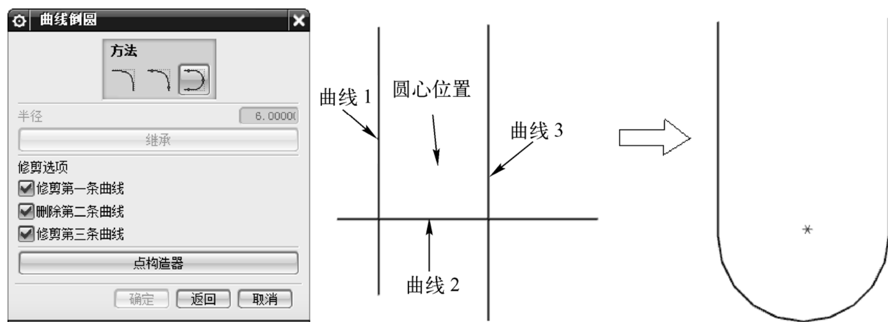


图 4-12 “3 曲线倒圆”示意图

- 定义了无效的圆角：如果选中的 3 条曲线不能构成一个圆角弧，或者如果倒圆角步骤无法会聚到圆角中心，则显示该错误信息。
- 无解：当超出允许的最大迭代数（100）时（该迭代用于查找 3 条曲线中每条曲线上与指明的圆角中心等距的点），则显示该错误信息。在这种情况下，选择另一个近似的圆角中心可以形成圆角。
- 未生成圆角：当系统无法解开二次方程组时，显示该错误信息。在这种情况下，选择另一个近似的圆角中心可以生成圆角。

（4）半径：定义倒圆角的半径。

（5）继承：能够通过选择已有的圆角来定义新圆角的值。

（6）修剪选项：如果选择生成两条或三条曲线倒圆，则需要选择一个修剪选项。修剪可缩短或延伸选中的曲线以便与该圆角连接起来。根据选中的圆角选项的不同，某些修剪选项可能会发生改变或不可用。点是不能进行修剪或延伸的，如果修剪后的曲线长度等于 0 并且没有与该曲线关联的连接，则该曲线会被删除。

4.1.2 倒斜角

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“倒斜角”命令或依次单击 “曲线”选项卡→“更多”库→“派生的曲线”库→“曲线倒斜角”图标，系统打开图 4-13 所示的“倒斜角”对话框，以在两条共面的直线或曲线之间生成斜角。

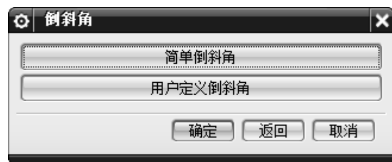


图 4-13 “倒斜角”对话框

系统提供了两种倒斜角方式，其功能简介如下。

（1）简单倒斜角：该选项用于创建简单倒斜角，其产生的两边偏置值必须相同，且角度为 45°，并且该选项只能用于两共面的直线间倒角。选中该选项后，系统会要求输入倒角尺寸，而后选择两直线交点即完成倒角，如图 4-14 所示。

（2）用户定义倒斜角：在两个共面曲线（包括圆弧、样条和三次曲线）之间生成斜角。该选项比“生成简单倒斜角”选项具有更多的修剪控制。选中该选项后，会打开如图 4-15 所示的“倒斜角”对话框。其各选项的功能如下。



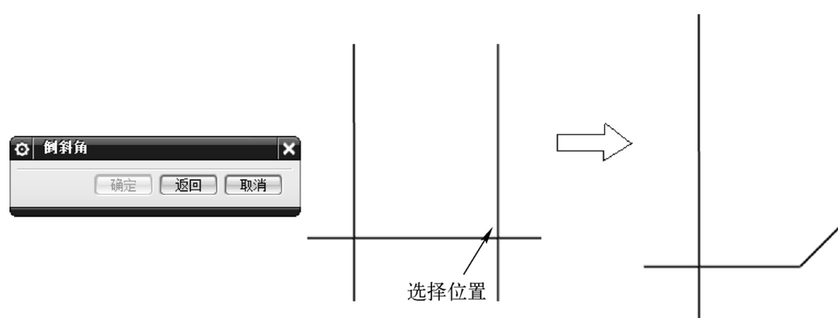


图 4-14 “简单倒斜角”示意图



图 4-15 “倒斜角”对话框 1

- 自动修剪：该选项用于使两条曲线自动延长或缩短以连接倒角曲线（如图 4-16 所示）。如果原有曲线未能如愿修剪，可恢复原有曲线（单击“取消”按钮，或按〈Ctrl+Z〉组合键）并选择手工修剪。

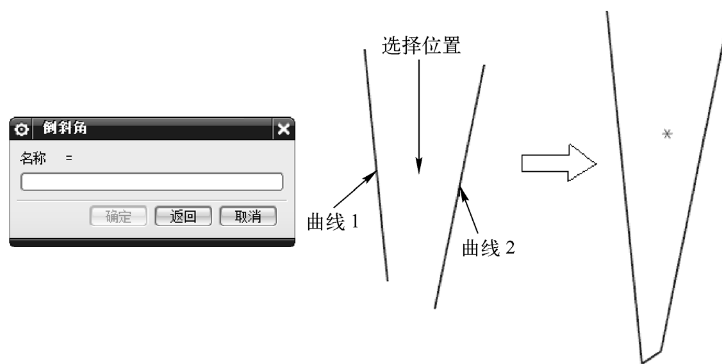


图 4-16 “自动修剪”示意图

- 手工修剪：该选项可以选择想要修剪的倒角曲线，然后指定是否修剪曲线，并且指定要修剪倒角的哪一侧。选取的倒角侧将被从几何体中切除。如图 4-17 所示以偏置和角度方式进行倒角。
- 不修剪：该选项用于保留原有曲线不变。

当用户选定某一倒角方式后，系统会打开如图 4-18 所示的对话框，要求用户输入偏置值和角度（该角度是从第二条曲线测量的）或者全部输入偏置值来确定倒角范围。以上两个选项可以通过“偏置值”和“偏置和角度”按钮来进行切换。

其中，“偏置”按钮是两曲线交点与倒角线起点之间的距离。对于简单倒角，沿两条曲线

的偏置相等。对于线性倒角偏置而言，偏置值是直线距离，但是对于非线性倒角偏置而言，偏置值不一定是直线距离。

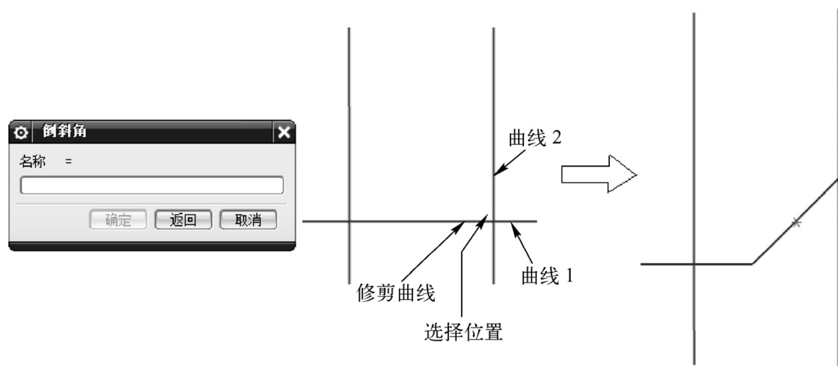


图 4-17 “手工修剪”示意图



图 4-18 “倒斜角”对话框 2

4.1.3 多边形

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“多边形”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“多边形”图标⨀，系统打开图 4-19 所示的“多边形”对话框。当输入多边形的边数目后，将打开如图 4-20 所示的对话框以选择创建方式。



图 4-19 “多边形”对话框 1



图 4-20 “多边形”对话框 2

以下对多边形的创建方式简单介绍。

（1）内切圆半径：选择该选项将会打开如图 4-21 所示的对话框。可以通过输入内切圆的半径定义多边形的尺寸及方向角度来创建多边形，内切圆半径也是原点到多边形边的中点的距离。方向角是多边形从 *XC* 轴逆时针方向旋转的角度，以“内切圆半径”方式创建多边形示意图如图 4-22 所示。



图 4-21 “多边形”对话框 3

（2）多边形边：选择该选项将会打开如图 4-23 所示的对话框。该选项通过输入多边形一

边的边长及方向角度来创建多边形。该长度将应用到所有边。

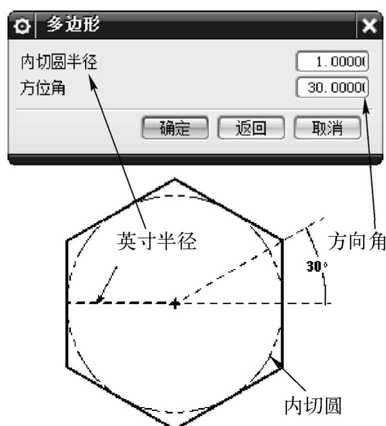


图 4-22　以“内切圆半径”方式创建多边形示意图



图 4-23　“多边形”对话框 4

（3）外接圆半径：选择该选项将会打开如图 4-24 所示的对话框。该选项通过指定外接圆半径定义多边形的尺寸及方向角度来创建多边形。外接圆半径是原点到多边形顶点的距离。以“外接圆半径”方式创建多边形示意图如图 4-25 所示。



图 4-24　“多边形”对话框 5

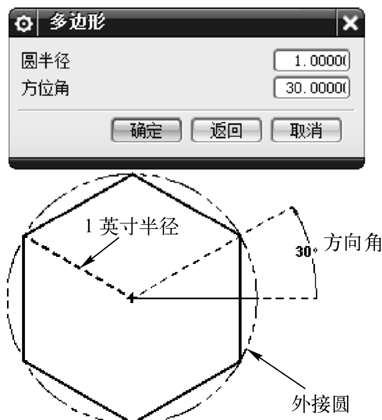


图 4-25　以“外接圆半径”方式创建多边形示意图

4.1.4 椭圆

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“椭圆”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“椭圆”图标，打开“点”对话框。输入椭圆原点，单击“确定”按钮，打开如图 4-26 所示的“椭圆”对话框。

“椭圆”对话框中各选项的含义。

（1）长半轴/短半轴：椭圆有两根轴——长轴和短轴（每根轴的中点都在椭圆的中心）。椭圆的最长直径是主轴；最短直径是副轴。长半轴和短半轴的值指的是相应轴长度的一半，如图 4-27 所示。





图 4-26 “椭圆”对话框　　图 4-27 长半轴和短半轴示意图

 提示：

不论为每个轴的长度值如何，较大的值总是作为长半轴的值，较小的值总是作为短半轴的值。

（2）起始角和终止角：椭圆是绕 *ZC* 轴正向沿着逆时针方向生成的。起始角和终止角确定椭圆的起始和终止位置，它们都是相对于主轴测算的，如图 4-28 所示。

（3）旋转角度：椭圆的旋转角度是主轴相对于 *XC* 轴，沿逆时针方向倾斜的角度。除非改变了旋转角度，否则主轴一般都是与 *XC* 轴平行的。旋转角度示意图如图 4-29 所示。



图 4-28 起始角和终止角示意图



图 4-29 旋转角度示意图

4.1.5 抛物线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“抛物线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“抛物线”图标，打开“点”对话框。输入抛物线顶点，单击“确定”按钮，打开如图 4-30 所示的“抛物线”对话框。在该对话框中输入用户所需的数值，单击“确定”按钮，抛物线示意图如图 4-31 所示。



图 4-30 “抛物线”对话框



最大 DY
最小 DY
抛物线焦点
旋转角度

图 4-31 抛物线示意图

4.1.6 双曲线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“双曲线”图标，打开“点”对话框。输入双曲线中心点，打开如图 4-32 所示的“双曲线”对话框。在该对话框中输入用户所需的数值，单击“确定”按钮，双曲线示意图如图 4-33 所示。



图 4-32 “双曲线”对话框

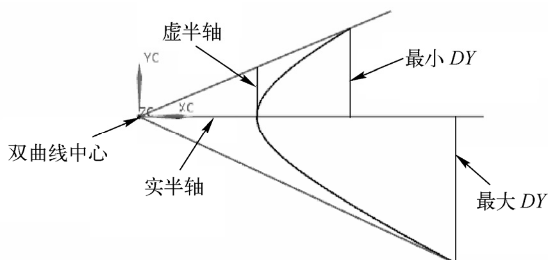


图 4-33 双曲线示意图

4.1.7 艺术样条

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“艺术样条”命令或依次单击“曲线”选项卡→“曲线”组→“艺术曲线”图标，打开如图 4-34 所示的“艺术样条”对话框。

UG 中生成的所有样条都是非均匀有理 B 样条。系统提供了 2 种生成 B 样条的方式。“艺术样条”对话框中各选项的含义如下。

1．类型

系统提供了“通过点”和“根据极点”两种方法来创建艺术样条曲线。

（1）根据极点：该选项中所给定的数据点称为曲线的极点或控制点。样条曲线靠近它的各个极点，但通常不通过任何极点（端点除外）。使用极点可以对曲线的总体形状和特征进行更好的控制。该选项还有助于避免曲线中多余的波动（曲率反向），如图 4-35 所示。



图 4-34 “艺术样条”对话框



图 4-35 “根据极点”类型

（2）通过点：用该选项生成的样条将通过一组数据点，如图 4-34。

 提示：

应尽可能使用较低阶次的曲线（3、4、5）。如果没有什么更好的理由要使用其他阶次，则应使用默认阶次 3。单段曲线的阶次取决于其指定点的数量。

2．点/极点位置

在该栏中可以定义样条点或极点位置。

3．参数化

在该栏中可以调节曲线类型和次数以改变样条。

（1）匹配的结点位置单段：样条可以生成为“单段”，每段限制为 25 个点。“单段”样条为 Bezier 曲线。勾选“匹配的结点位置”复选框，在定义点所在的位置放置结点。

（2）封闭：通常，样条是非闭合的，它们开始于一点，而结束于另一点。若勾选“封闭”复选框，则可以生成开始和结束于同一点的封闭样条。该选项仅可用于多段样条。当生成封闭样条时，不必将第一个点指定为最后一个点，样条会自动封闭。

（3）次数：这是一个代表定义曲线的多项式次数的数学概念。次数通常比样条线段中的点数小 1。因此，样条的点数不得少于次数。UG 样条的次数必须介于 1 和 24 之间。但是建议用户在生成样条时使用三次曲线（次数为 3）。

4．制图平面

通过该栏，可以选择和创建艺术样条所在平面，可以绘制指定平面的艺术样条。

5．移动

该栏用于在指定的方向上或沿指定的平面移动样条点和极点。

（1）WCS：在工作坐标系的指定 *X*、*Y* 或 *Z* 方向上或沿 WCS 的一个主平面移动点或极点。

（2）视图：相对于视图平面移动极点或点。

（3）矢量：用于定义所选极点或多段线的移动方向。

（4）平面：选择一个基准平面、基准 CSYS 或使用指定平面来定义一个平面，以在其中移动选定的极点或多段线。

（5）法向：沿曲线的法向移动点或极点。

6．延伸

（1）对称：勾选此复选框，在所选样条的指定开始和结束位置上展开对称延伸。

（2）起点/结束：这两个下拉列表中有以下 3 个选项。

- 无：不创建延伸。
- 按值：用于指定延伸的值。
- 根据点：用于定义延伸的延展位置。

7．设置

（1）自动判断的类型：该下拉列表中有以下 4 个选项。

- 等参数：将约束限制为曲面的 U 和 V 向。
- 截面：允许约束同任何方向对齐。
- 法向：根据曲线或曲面的正常法向自动判断约束。
- 垂直于曲线或边：从点附着对象的父级自动判断 G1、G2 或 G3 约束。

（2）固定相切方位：勾选此复选框，与邻近点相对的约束点的移动就不会影响方位，并且方向保留为静态。

4.1.8 规律曲线

选择"菜单"→"插入"→"曲线"→"规律曲线"命令或依次单击"曲线"选项卡→"曲线"组→"曲线"库→"规律曲线"图标，打开如图 4-36 所示的"规律曲线"对话框。

上述对话框中各选项的功能说明如下。

- 恒定：该选项能够给整个规律功能定义一个常数值。系统提示用户只输入一个规律值（即该常数）。
- 线性：该选项能够定义从起始点到终止点的线性变化率。
- 三次：该选项能够定义从起始点到终止点的三次变化率。
- 沿脊线的线性：该选项能够使用两个或



图 4-36 "规律曲线"对话框

多个沿着脊线的点定义线性规律功能。选择一条脊线曲线后，可以沿该曲线指出多个点。系统会提示用户在每个点处输入一个值。

- 沿脊线的三次：该选项能够使用两个或多个沿着脊线的点定义三次规律功能。选择一条脊线曲线后，可以沿该脊线指出多个点。系统会提示用户在每个点处输入一个值。
- 根据方程：该选项可以用表达式和“参数表达式变量”来定义规律。必须事先定义所有变量（可以使用“菜单”→“工具”→“表达式”命令来定义变量），并且公式必须使用参数表达式变量 t。
- 根据规律曲线：该选项利用已存在的规律曲线来控制坐标或参数的变化。选择该选项后，按照系统在提示栏给出的提示，先选择一条存在的规律曲线，再选择一条基线来辅助选定曲线的方向。如果没有定义基准线，默认的基准线方向就是绝对坐标系的 X 轴方向。

4.1.9 实例——抛物线

例如，在标准数学表格中考虑下面的抛物线公式：

$$Y= 2 -0.25 x^2$$

可以在表达式编辑器中使用 t、xt、yt 和 zt 来确定这个公式的参数，如下所示。

$$t=0$$

$$xt = -\text{sqrt}(8)*(1-t)+\text{sqrt}(8)*t$$

$$yt = 2-0.25*xt\text{^}2$$

$$zt = 0$$

使用 t、xt、yt 和 zt 是因为在“根据公式”选项中使用了默认变量名。



光盘\视频教学\第 4 章\抛物线.avi



操作步骤

创建抛物线的步骤如下。

1．新建文件。

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，在模型选项卡中选择适当的模板，文件名为 paowuxian，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建表达式。

选择“菜单”→“工具”→“表达式”命令，打开如图 4-37 所示的“表达式”对话框，输入每个确定了参数值的表达式。

使用上面所示的例子。

$$t=0$$

$$xt = -\text{sqrt}(8)*(1-t)+\text{sqrt}(8)*t$$

$yt = 2-0.25*xt\text{^}2$　注意：在“单位”列上边的下拉列表框中选择“恒定”。

$$zt = 0$$

输入第一个表达式 t=0，在“名称”列中输入 t，“公式”列中输入 0，然后单击按钮。继续输入表达式，直到全部输入完为止。单击“确定”按钮。

3．绘制抛物线。

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“规律曲线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“曲线”组→“曲线”库→“规律曲线”图标，打开如图 4-38 所示的“规律曲线”对话框，X 规律、Y 规律、Z 规律的类型都设置为“根据方程”，其他采用默认设置，单击“确定”按钮，系统使用工作坐标系方向来创建曲线，如图 4-39 所示。（注：若滚动鼠标滚轮放大后曲线显示不正确，可按〈F8〉键摆正曲线以正常显示）



图 4-37 “表达式”对话框



图 4-38 “规律曲线”对话框

 提示：

规律样条是根据“建模首选项”对话框中的距离公差和角度公差设置近似生成的。另外，可以使用“信息”→“对象”来显示关于规律样条的非参数信息或特征信息。

任何大于 360° 的规律曲线都必须使用螺旋线选项或根据公式规律子功能来构建。

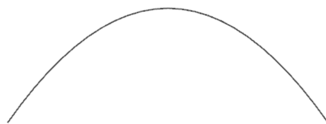


图 4-39 抛物线

4.1.10 螺旋线

选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“螺旋”命令或依次单击“曲线”选项卡→“曲线”组→“曲线”库→“螺旋线”图标，系统打开如图 4-40 所示的“螺旋线”对话框。

该对话框能够通过定义方位、螺距、大小（规律或恒定）、长度（规律或恒定）和旋转方向来生成螺旋线，如图 4-41 所示。



图 4-40 “螺旋线”对话框



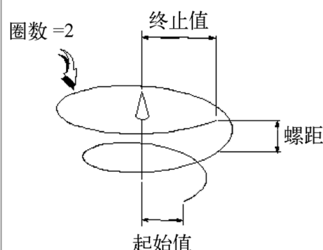


图 4-41 创建“螺旋线”示意图

“螺旋线”对话框中各选项的功能如下。

（1）类型：包括沿矢量和沿脊线两种。

（2）方位：用于设置螺旋线指定方向的偏转角度。

（3）大小：用于指定半径或直径的定义方式。可通过“使用规律曲线”来定义值的大小。

- 规律类型：能够使用规律函数来控制螺旋线的半径变化。
- 值：系统默认选择“半径”单选按钮，在该文本框中能够输入半径值，该值在整个螺旋线上都是常数。

（4）螺距：螺距是指相邻的圈之间沿螺旋轴方向的距离，能够使用规律函数来控制螺距的变化。“螺距”必须大于或等于 0。

（5）长度：该项用于控制螺旋线的长度，可用圈数和起始/终止限制两种方法。圈数必须大于 0，可以接受小于 1 的值（比如，0.5 可生成半圈螺旋线）。

（6）设置：该选项用于控制旋转的方向，如图 4-42 所示。

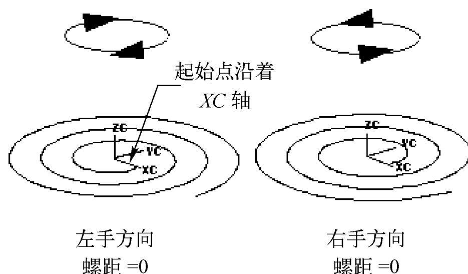


图 4-42 “旋转方向”示意图

- 右手：螺旋线起始于基点向右卷曲（逆时针方向）。

● 左手：螺旋线起始于基点向左卷曲（顺时针方向）。

4.2 派生的曲线

一般情况下，曲线创建完成后并不能满足用户需求，还需要进行进一步的处理工作，本节中将进一步介绍曲线的操作功能，如简化、偏置、桥接、连接、截面和沿面偏置等。

4.2.1 偏置

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“偏置”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生曲线”组→“偏置曲线”图标，系统打开如图 4-43 所示的“偏置曲线”对话框。



图 4-43 “偏置曲线”对话框

该选项能够通过从原先对象偏置的方法，生成直线、圆弧、二次曲线、样条和边。偏置曲线是通过垂直于选中基曲线上的点来构造的，可以选择是否使偏置曲线与其输入数据相关联。

曲线可以在选中几何体所确定的平面内偏置，也可以使用拔模角和拔模高度选项偏置到一个平行的平面上。只有当多条曲线共面且为连续的线串（即端端相连）时，才能对其进行偏置。结果曲线的对象类型与它们的输入曲线相同（除了二次曲线，它偏置为样条）。

对“偏置曲线”对话框中各部分选项的功能如下。

（1）偏置类型下拉列表框：该下拉列表中有以下 4 个选项。

● 距离：此方式在选取曲线的平面上偏置曲线。选择该方式后，在下方的“距离”和“副本数”中设置偏置距离和产生的数量。

● 拔模：此方式在平行于选取曲线平面且与其相距指定距离的平面上偏置曲线。一个平面符号标记出偏置曲线所在的平面。选择该方式后，在下方的“高度”和“角度”中

设置其数值。该方式的基本思想是将曲线按照指定的“角度”偏置到与曲线所在平面相距“高度”的平面上。其中，拔模角度是偏置方向与原曲线所在平面的法向的夹角。

如图 4-44 所示是用“拔模”偏置方式生成偏置曲线的一个示例。拔模高度为 0.25mm，拔模角度为 30°。

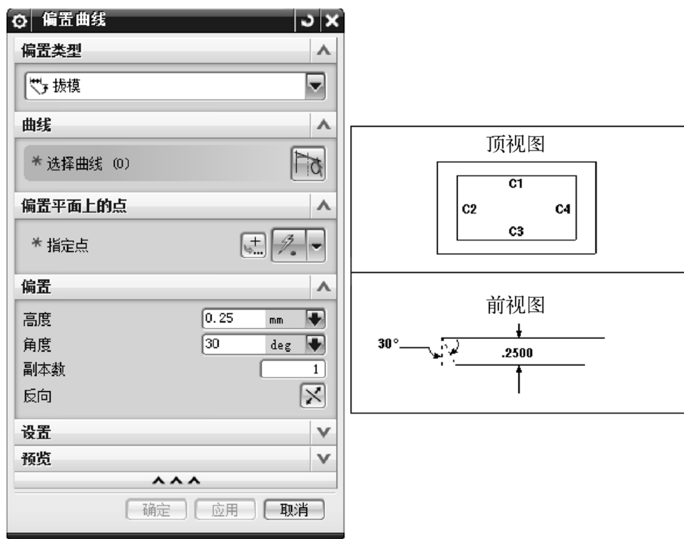


图 4-44 “拔模”偏置方式示意图

- 规律控制：此方式在规律定义的距离上偏置曲线，该规律是用规律子功能选项对话框指定的。
- 3D 轴向：此方式在三维空间内指定矢量方向和偏置距离来偏置曲线。选择该方式后，在下方的“3D 偏置值”和“轴矢量”中设置数值。

（2）距离：该选项是指在箭头矢量指示的方向上与选中曲线之间的偏置距离。负的距离值将在反方向上偏置曲线。

（3）副本数：该选项能够构造多组偏置曲线，如图 4-45 所示。每组都从前一组偏置一个指定（使用“偏置方式”选项）的距离。

（4）反向：该选项用于反转箭头矢量标记的偏置方向。

（5）修剪：该选项将偏置曲线修剪或延伸到它们的交点处。该下拉列表中有以下 3 个选项。

- 无：既不修剪偏置曲线，也不将偏置曲线倒成圆角。
- 相切延伸：将偏置曲线延伸到它们的交点处。
- 圆角：构造与每条偏置曲线都在终点处相切的圆弧。圆弧的半径等于偏置距离。图 4-46 显示了一个用该“圆角”生成的偏置。如果生成重复的偏置（即只应用而不更改任何输入），则圆弧的半径每次都会增加一个偏置距离。

（6）关联：若勾选该复选框，则偏置曲线会与输入曲线和定义数据相关联。

（7）输入曲线：该选项能够指定对原先曲线的处理情况。对于关联曲线，某些选项不可用。

- 保留：在生成偏置曲线时，保留输入曲线。
- 隐藏：在生成偏置曲线时，隐藏输入曲线。



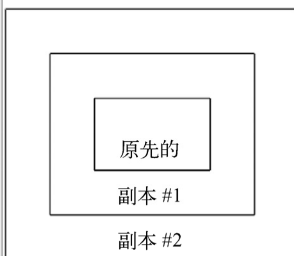


图 4-45 “副本数”示意图



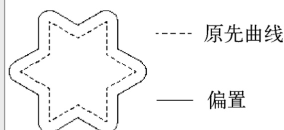


图 4-46 以“圆角”方式偏置曲线示意图

- 删除：在生成偏置曲线时，删除输入曲线。如果勾选“关联”复选框，则该选项会变灰。
- 替换：该操作类似于移动操作，输入曲线被移至偏置曲线的位置。如果勾选“关联”复选框，则该选项会变灰。

（8）距离公差：当输入曲线为样条或二次曲线时，可确定偏置曲线的精度。

4.2.2 在面上偏置曲线

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“在面上偏置”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“在面上偏置曲线”图标，系统打开如图 4-47 所示的“在面上偏置曲线”对话框。



图 4-47 “在面上偏置曲线”对话框

该选项用于在一个表面上由已存在曲线按指定的距离生成一条沿面的偏置曲线。

“在面上偏置曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）偏置方法：用于确定偏置曲线的方法。

- 弦：沿曲线弦长偏置。
- 弧长：沿曲线弧长偏置。
- 测地线：沿曲面最小距离创建。
- 相切：沿曲面的切线方向创建。
- 投影距离：用于按指定的法向矢量在虚拟平面上指定偏置距离。

（2）公差：该选项用于设置偏置曲线公差，其默认值是在“建模首选框”对话框中设置的。公差值决定了偏置曲线与被偏置曲线的相似程度，选用默认值即可。

4.2.3 桥接

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“桥接”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“派生的曲线”库→“桥接曲线”图标，系统打开如图 4-48 所示的“桥接曲线”对话框。

该选项可以用来桥接两条不同位置的曲线，边也可以作为曲线来选择。这是用户在曲线连接中最常用的方法。

“桥接曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）起始对象：用于确定桥接曲线操作的第一个对象。

- 截面：选择一个可以定义曲线起点的截面，可以选择曲线或边。
- 对象：选择一个对象以定义曲线的起点，可以选择面或点。

（2）终止对象：用于确定桥接曲线操作的第二个对象。

- 基准：允许用户为曲线终点选择一个基准，并且曲线与该基准垂直。
- 矢量：允许用户选择一个可以定义曲线终点的矢量。



图 4-48 “桥接曲线”对话框

“参考曲线形状”创建示意图如图 4-49 所示。

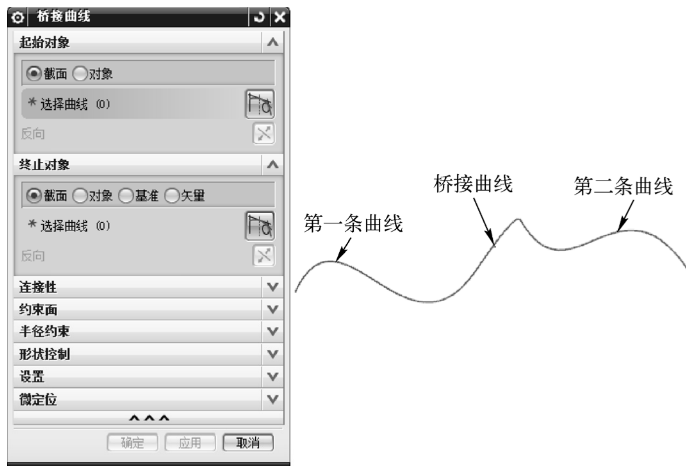


图 4-49 “参考曲线形状”创意示意图

（3）连接性：用于设置桥接曲线的属性。

1）连续性：该下拉列表中有以下 2 个选项。

- 相切：表示桥接曲线与第一条曲线、第二条曲线在连接点处相切连续，且为三阶样条

曲线。

- 曲率：表示桥接曲线与第一条曲线、第二条曲线在连接点处曲率连续，且为五阶或七阶样条曲线。

2）位置：移动滑尺上的滑块，确定点在曲线上的位置。

3）方向：通过“点构造器”来确定点在曲线上的位置。

（4）约束面：用于限制桥接曲线所在面。

（5）半径约束：用于限制桥接曲线的半径的类型和大小。

（6）形状控制：用于设置桥接曲线的形状。

1）相切幅值：通过改变桥接曲线与第一条曲线和第二条曲线连接点的切矢量值，来控制桥接曲线的形状。切矢量值的改变是通过“开始”和“结束”滑尺，或直接在“开始”和“结束”文本框中输入切矢量来实现的。

2）深度和歪斜度：当选择该控制方式时，“桥接曲线”对话框如图 4-50 所示。

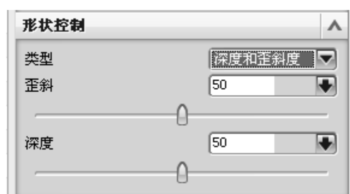


图 4-50 “形状控制”选项

- 深度：是指桥接曲线峰值点的深度，即影响桥接曲线形状的曲率的百分比，其值可通过拖动下面的滑尺或直接在“深度”文本框中输入百分比值实现。
- 歪斜：是指桥接曲线峰值点的倾斜度，即设定沿桥接曲线从第一条曲线向第二条曲线度量时峰值点位置的百分比。

3）模板曲线：用于选择现有样条，来控制桥接曲线的整体形状。

4.2.4 简化

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“简化”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“派生的曲线”库→“简化”图标，打开如图 4-51 所示的“简化曲线”对话框。该选项以一条最合适的逼近曲线来简化一组选择曲线（最多可选择 512 条曲线），它将这组曲线简化为圆弧或直线的组合，即将高次方曲线降成二次方曲线或一次方曲线。



图 4-51 “简化曲线”对话框

在简化选中曲线之前，可以指定原有曲线在转换之后的状态。可以对原有曲线进行以下 3 种操作。

（1）保持：在生成直线和圆弧之后保留原有曲线。在选中曲线的上面生成曲线。

（2）删除：简化之后删除选中曲线。删除选中曲线之后，不能再恢复（如果选择“撤销”，可以恢复原有曲线但不再被简化）。

（3）隐藏：生成简化曲线之后，将选中的原有曲线从屏幕上移除，但并未被删除。

若要选择的多组曲线彼此首尾相连，则可以通过其中的“成链”选项，通过第一条和最后一条曲线来选择期间彼此连接的一组曲线，之后系统对其进行简化操作。

4.2.5 连结

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“连结”命令或依次单击“曲线”选项卡

→“更多”库→“派生的曲线”库→“连结”图标，系统打开如图 4-52 所示的“连结曲线”对话框。该选项可将一链曲线和/或边合并到一起以生成一条 B 样条曲线。其结果是与原先的曲线链近似的多项式样条，或者是完全表示原先的曲线链的一般样条。

“连结曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）关联：如果勾选该复选框，结果样条将与其输入曲线关联，并且当修改这些曲线时会相应更新。

（2）输入曲线：该选项的子选项用于处理原先的曲线。

（3）距离/角度公差：该选项用于设置连结曲线的公差，其默认值是在“建模首选框”对话框中设置的。

4.2.6 投影

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“投影”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“投影曲线”图标，系统打开如图 4-53 所示的“投影曲线”对话框。该选项能够将曲线和点投影到片体、面、平面和基准面上。点和曲线可以沿着指定矢量方向、与指定矢量成某一角度的方向、指向特定点的方向或面法线的方向进行投影。所有投影曲线在孔或面边界处都要进行修剪。



图 4-52 “连结曲线”对话框

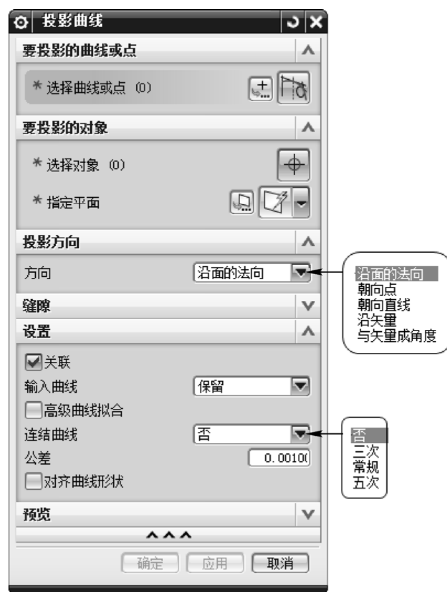


图 4-53 “投影曲线”对话框

“投影曲线”对话框中部分选项的功能的如下。

（1）选择曲线或点：用于确定要投影的曲线和点。

（2）指定平面：用于确定投影所在的表面或平面。

（3）方向：该选项用于指定如何定义将对象投影到片体、面和平面上时所使用的方向。

- 沿面的法向：该选项用于沿着面和平面的法向投影对象，如图 4-54 所示。
- 朝向点：该选项可向一个指定点投影对象。对于投影的点，可以在选中点与投影点之

间的直线上获得交点，如图 4-55 所示。

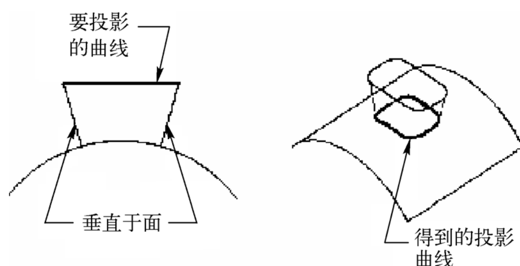


图 4-54 “沿面的法向”示意图

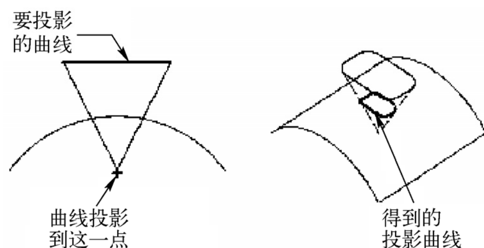


图 4-55 “朝向点”示意图

- 朝向直线：该选项可沿垂直于指定直线或基准轴的矢量投影对象。对于投影的点，可以在通过选中点垂直于与指定直线的直线上获得交点，如图 4-56 所示。

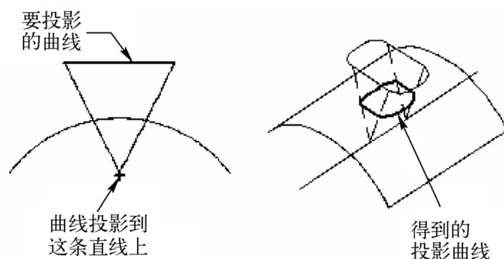


图 4-56 “朝向直线”示意图

- 沿矢量：该选项可沿指定矢量（该矢量是通过矢量构造器定义的）投影选中对象。可以在该矢量指示的单个方向上投影曲线，或者在两个方向（指示的方向和它的反方向）上投影，如图 4-57 所示。

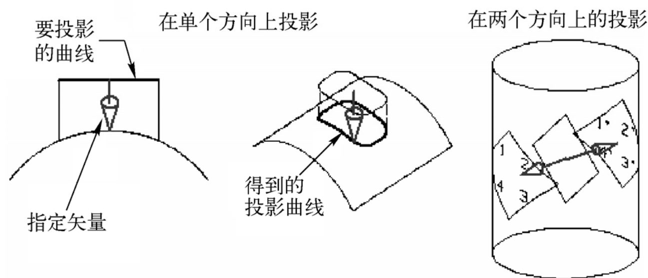


图 4-57 “沿矢量”示意图

- 与矢量成角度：该选项可将选中曲线按与指定矢量成指定角度的方向投影，该矢量是使用矢量构造器定义的。根据选择的角度值（向内的角度为负值），该投影可以相对于曲线的近似形心按向外或向内的角度生成。对于点的投影，该选项不可用，如图 4-58 所示。

（4）关联：若勾选该复选框，则原曲线保持不变，在投影面上生成与原曲线相关联的投影曲线，只要原曲线发生变化，投影曲线也随之发生变化。

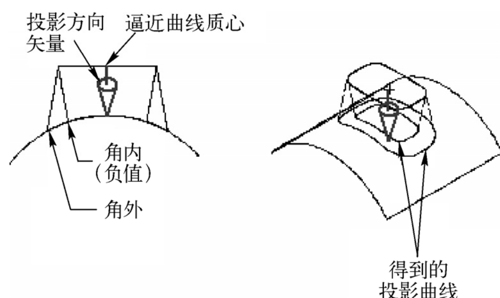


图 4-58 “与矢量成角度”示意图

（5）连结曲线：曲线拟合的阶次，可以选择“三次”、“五次”或者“高级”，一般推荐使用三次。

（6）公差：该选项用于设置公差，其默认值是在“建模首选项”对话框中设置的。该公差值决定所投影的曲线与被投影曲线在投影面上的投影的相似程度。

4.2.7 组合投影

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“组合投影”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“派生的曲线”库→“组合投影”图标，系统打开如图 4-59 所示的“组合投影”对话框。

该选项可组合两条已有曲线的投影，生成一条新的曲线。需要注意的是，这两条曲线投影必须相交。可以指定新曲线是否与输入曲线关联，以及将对输入曲线做哪些处理，如图 4-60 所示。



图 4-59 “组合投影”对话框

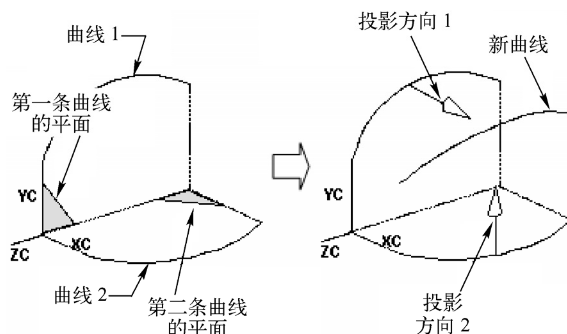


图 4-60 “组合投影”示意图

“组合投影”对话框中选项的功能如下。

（1）曲线 1：可以选择第一组曲线。可用“过滤器”选项帮助选择曲线。

（2）曲线 2：可以选择第二组曲线。默认的投影矢量垂直于该线串。

（3）投影方向 1：能够使用投影矢量选项定义第一组曲线的投影矢量。

（4）投影方向 2：能够使用投影矢量选项定义第二组曲线的投影矢量。

4.2.8 缠绕/展开

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“缠绕/展开曲线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“派生的曲线”库→“缠绕/展开曲线”图标，系统打开如图 4-61 所示的“缠绕/展开曲线”对话框。该选项可以将曲线从平面缠绕到圆锥或圆柱面上，或者将曲线从圆锥或圆柱面展开到平面上。输出曲线是三次 B 样条，并且与其输入曲线、定义面和定义平面相关。如图 4-62 所示，将一样条曲线缠绕到锥面上。



图 4-61 “缠绕/展开曲线”对话框

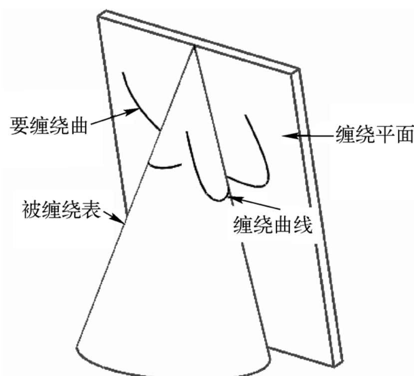


图 4-62 “缠绕/展开”示意图

“缠绕/展开曲线”对话框中选项的功能如下。

（1）类型：用于确定是缠绕曲线或展开曲线。

- 缠绕：指定要缠绕曲线。
- 展开：指定要展开曲线。

（2）曲线：选择要缠绕或展开的曲线，仅可以选择曲线、边或面。

（3）面：可选择曲线将缠绕到或从其上展开的圆锥或圆柱面，可选择多个面。

（4）平面：可选择一个与缠绕面相切的基准平面或平面，仅选择基准面或仅选择面。

（5）切割线角度：该选项用于指定“切线”（一条假想直线，位于缠绕面和缠绕平面相遇的公共位置处。它是一条与圆锥或圆柱轴线共面的直线）绕圆锥或圆柱轴线旋转的角度（0°～360°之间），可以输入数字或表达式。

4.2.9 镜像曲线

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“镜像”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“派生的曲线”库→“镜像曲线”图标，系统打开如图 4-63 所示的“镜像曲线”对话框。其示意图如图 4-64 所示。



图 4-63 “镜像曲线”对话框

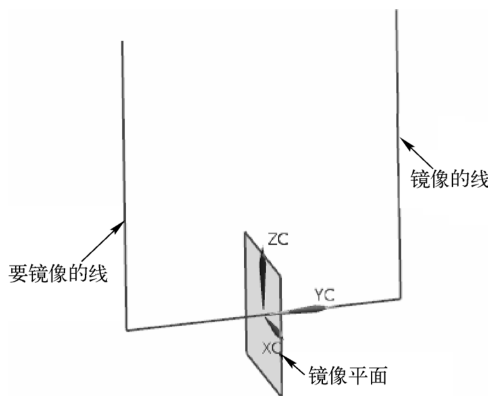


图 4-64 “镜像曲线”示意图

“镜像曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）曲线：用于确定要镜像的曲线。

（2）镜像平面：用于确定镜像的面和基准平面。选择镜像曲线后，选择镜像平面。

（3）关联：若勾选该复选框，则原曲线保持不变，在投影面上生成与原曲线相关联的投影曲线，只要原曲线发生变化，投影曲线也随之发生变化。

4.2.10 抽取

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“抽取”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“派生的曲线”组→“抽取曲线”图标，打开如图 4-65 所示的“抽取曲线”对话框。该选项使用一个或多个已有体的边或面生成几何（线、圆弧、二次曲线和样条）。体不发生变化。大多数抽取曲线是非关联的，但也可选择生成相关的等斜度曲线或阴影外形曲线。

“抽取曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）边曲线：该选项用来沿一个或多个已有体的边生成曲线。每次选择一条所需的边，或使用菜单选择面上的所有边、体中的所有边、按名称或按成链选取边。选定边的总数显示在“状态”行中，可以使用“返回”按钮取消选择边。所有边都选择完毕后，单击“确定”按钮，生成曲线。

（2）轮廓曲线：该选项用于从轮廓边缘生成曲线，生成体的外形（轮廓）曲线（直线，弯曲面在这些直线处从指向视点变为远离视点）。选择所需体后，随即生成轮廓曲线，并提示选择其他体。生成的曲线是近似的，它由建模距离公差控制。工作视图中生成的轮廓曲线与视图相关。

（3）完全在工作视图中：用来生成所有的边曲线，包括工作视图中实体和片体可视边缘

的任何轮廓。

（4）等斜度曲线：等斜度线是这样一条曲线，沿着它的一组面上的拔模角为恒定的。等斜度线的用途如下。

- 分割曲面。
- 生成面的“拔模角示意图”，可用于更详细地分析面。
- 帮助构造模具或铸件上的部分曲面。
- 生成相关的抽取曲线，当修改从其上进行抽取的面时可相应地更新这些曲线（还可以生成不相关的等斜度线）。

（5）阴影轮廓：该选项可产生工作视图中显示的体的与视图相关的曲线外形。但内部详细信息无法生成任何曲线，如图 4−66 所示。



图 4−65 “抽取曲线”对话框

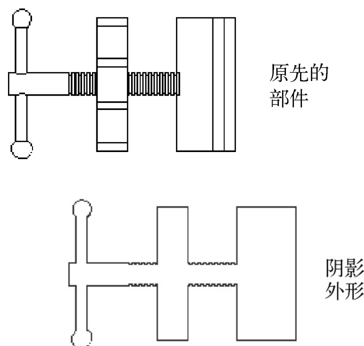


图 4−66 “阴影轮廓”示意图

（6）精确轮廓：使用可产生精确效果的 3D 曲线算法在工作视图中创建显示体轮廓的曲线。

当选择“等斜度曲线”时，系统首先要求用户指定一个参考矢量。执行以后，出现“等斜度角”对话框，如图 4−67 所示。

“等斜度角”对话框中各选项的功能如下。

1）单个/族：允许生成单个等斜度线或等斜度线族。

2）角度：生成单个等斜度线的角度（如果选择了“族”单选按钮，该选项将变灰）。

3）起始角/终止角：等斜度线族起始和终止的角度。

4）步长：等斜度线族的每个曲线之间的增量。

5）公差：曲线的生成是近似的，由该选项控制，其默认值是“建模首选项”对话框中的距离公差。

6）关联：若勾选该复选框，等斜度线将与抽取这些线的面相关联。

图 4−68 显示了在球上生成的等斜度线，在离参考矢量 10° 和 40° 的位置。由此可以看出角度与生成等斜度线的位置之间的关系。

提示：

阴影外形曲线与生成这些曲线的体之间不相关，除非是在“图纸”中执行此操作。在那种情况下，如果更改了体，则旧的阴影外形被删除，生成新的阴影外形作为图纸视图更新过程的一部分。



图 4-67 “等斜度角”对话框

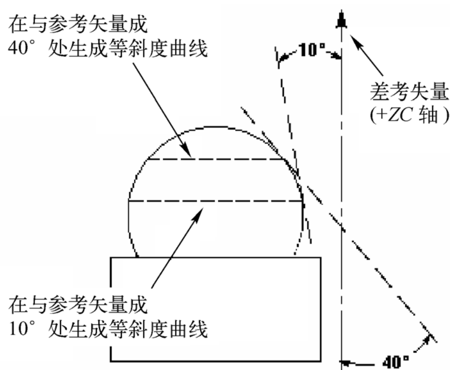


图 4-68 “等斜度线”示意图

4.2.11 相交

选择“菜单”→“插入”→“派生的曲线”→“求交”命令或依次单击“曲线”选项卡→“派生的曲线”组→“相交曲线”图标，系统打开如图 4-69 所示的“相交曲线”对话框。

该选项用于在两组对象之间生成相交曲线。相交曲线是关联的，会根据其定义对象的更改而更新。图 4-70 所示为相交曲线的一个示例，其中相交曲线是由片体与包含腔体的长方体相交得到的。



图 4-69 “相交曲线”对话框

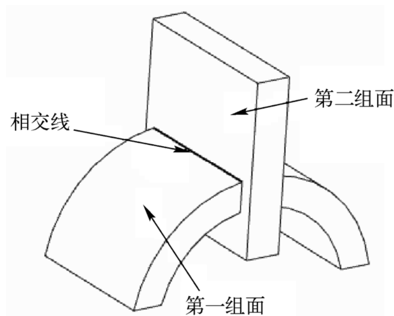


图 4-70 “相交”示意图

“相交曲线”对话框中各选项的功能如下。

（1）第一组：激活该选项时可选择第一组对象。

（2）第二组：激活该选项时可选择第二组对象。

（3）保持选定：选中该复选框之后，在右侧的选项栏中选择“第一组”或“第二组”，单击“应用”按钮，自动选择已选择的“第一组”或“第二组”对象。

（4）高级曲线拟合：曲线拟合的阶次，可以选择“三次”“五次”或者“高级”，一般推

荐使用三次。

（5）关联：用于指定相交曲线是否关联。当对源对象进行更改时，关联的相交曲线会自动更新。

4.2.12 截面

选择"菜单"→"插入"→"派生的曲线"→"截面"命令或依次单击"曲线"选项卡→"派生的曲线"组→"派生的曲线"库→"截面曲线"图标，系统打开如图 4-71 所示的"截面曲线"对话框。该选项在指定平面与体、面、平面和/或曲线之间生成相交几何体。平面与曲线之间相交生成一个或多个点。几何体输出可以是相关的。

"截面曲线"对话框中部分选项的功能如下。

1．选定的平面

该选项用于指定单独平面或基准平面来作为截面。

（1）要剖切的对象：该栏用于选择将被截取的对象。需要时，可以使用"过滤器"选项辅助选择所需对象。可以将过滤器选项设置为任意、体、面、曲线、平面或基准平面。

（2）剖切平面：该栏用于选择已有平面或基准平面，或者使用平面子功能定义临时平面。需要注意的是，如果勾选"关联"复选框，则平面子功能不可用，此时必须选择已有平面。

2．平行平面

该选项用于设置一组等间距的平行平面作为截面。选择该类型，对话框变换成如图 4-72 所示。



图 4-71 "截面曲线"对话框



图 4-72 "平行平面"类型

（1）步长：指定每个临时平行平面之间的相互距离。

（2）起点/终点：是从基本平面测量的，正距离为显示的矢量方向。系统将生成适合指定

限制的平面数。这些输入的距离值不必恰好是步长距离的偶数倍。

3．径向平面

该选项从一条普通轴开始以扇形展开生成按等角度间隔的平面，以用于选中体、面和曲线的截取。选择该类型，对话框变换成如图 4-73 所示。

（1）径向轴：该栏用来定义径向平面绕其旋转的轴矢量。若要指定轴矢量，可使用“矢量方式”或矢量构造器工具。

（2）参考平面上的点：该栏通过使用点方式或点构造器工具，指定径向参考平面上的点。径向参考平面是包含该轴线和点的唯一平面。

（3）起点：表示相对于基平面的角度，径向面由此角度开始。按右手法则确定正方向。限制角不必是步长角度的偶数倍。

（4）终点：表示相对于基础平面的角度，径向面在此角度处结束。

（5）步长：表示径向平面之间所需的夹角。

4．垂直于曲线的平面

该选项用于设定一个或一组与所选定曲线垂直的平面作为截面。选择该类型，对话框会变换成如图 4-74 所示。



图 4-73 “径向平面”类型



图 4-74 “垂直于曲线的平面”类型

（1）曲线或边：该栏用来选择沿其生成垂直平面的曲线或边。使用“过滤器”选项来辅助对象的选择。可以将过滤器设置为曲线或边、曲线或边。

（2）间距：该下拉列表中有以下 5 个选项。

- 等弧长：沿曲线路径以等弧长方式间隔平面。必须在“副本数”字段中输入截面平面的数目，以及平面相对于曲线全弧长的起始位置和终止位置的百分比值。
- 等参数：根据曲线的参数化法来间隔平面。必须在“副本数”字段中输入截面平面的数目，以及平面相对于曲线参数长度的起始位置和终止位置的百分比值。
- 几何级数：根据几何级数比间隔平面。必须在“副本数”字段中输入截面平面的数目，

还须在“比率”字段中输入数值，以确定起始点和终止点之间的平面间隔。

- 弦公差：根据弦公差间隔平面。选择曲线或边后，定义曲线段使线段上的点距线段端点连线的最大弦距离，等于在“弦公差”字段中输入的弦公差值。
- 增量弧长：以沿曲线路径递增的方式间隔平面。在“弧长”字段中输入值，在曲线上以递增弧长方式定义平面。

4.3 曲线编辑

当曲线创建之后，还需要经常对曲线进行修改和编辑，调整曲线的很多细节，本节主要介绍曲线编辑的操作。其操作包括：编辑曲线、编辑参数曲线、裁剪曲线、裁剪拐角、分割曲线、编辑圆角、拉伸曲线、编辑弧长、光顺样条等操作，其命令集中在“菜单”→“编辑”→“曲线”子菜单及相应的面组上，如图 4-75 所示。

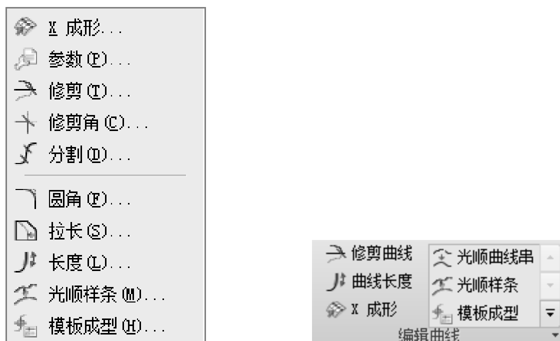


图 4-75 “曲线”子菜单及“编辑曲线”组

4.3.1 编辑曲线参数

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“参数”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“编辑曲线”库→“编辑曲线参数”图标，系统打开如图 4-76 所示的“编辑曲线参数”对话框。

该选项可编辑大多数类型的曲线。在“编辑曲线参数”对话框中设置了相关项后，当选择不同的对象类型时，系统会给出相应的提示对话框。

1．编辑直线

当选择直线对象后会打开如图 4-77 所示的对话框。通过设置该对话框可改变直线的端点或编辑它的参数（长度和角度）。

如要改变直线的端点：

（1）选择要修改的直线端点。现在可以从固定的端点像拉橡皮筋一样改变该直线了。

（2）用在对话框上的任意的“起点选项”或“终点选项”指定新的位置。

如要改变直线的参数：

1）选择该直线，避免选到它的控制点。

2）在跟踪条中键入长度和/或角度的新值，然后按〈Enter〉键。



图 4-76 “编辑曲线参数”对话框



图 4-77 “直线”对话框

2．编辑圆弧或圆

当选择圆弧或圆对象后会打开如图 4-78 所示的对话框。

通过在对话框中输入新值或拖动滑尺，可以改变圆弧或圆的参数。还可以把圆弧变成它的补弧。不管激活的编辑模式是什么，都可以将圆弧或圆移动到新的位置，具体步骤如下所示。

1）选择圆弧或圆的中心（释放鼠标中键）。

2）光标移动到新的位置并按下鼠标左键，或在跟踪条中输入新的 *XC*、*YC* 和 *ZC* 的位置。

用此方法可以把圆弧或圆移动到其他的控制点，比如线段的端点或其他圆的圆心。

要生成圆弧的补弧，则必须在“参数”模式下进行。选择一条或多条圆弧并在“编辑曲线参数”对话框中选择“补弧”。

3．编辑椭圆

当选择椭圆对象后会打开如图 4-79 所示的对话框。该选项用于编辑一个或多个已有的椭圆。该选项和生成椭圆的操作几乎相同。用户最多可以选择 128 个椭圆。当选择多个椭圆时，最后选中的椭圆的值成为默认值。这就允许通过继承编辑椭圆。



图 4-78 “圆弧/圆”对话框



图 4-79 “编辑椭圆”对话框

编辑椭圆的具体步骤如下。

1）选择要编辑的椭圆。

2）选择含有需要值的椭圆。

3）单击“应用”按钮。

所有选择的椭圆都变成相同的。

绝对值为长半轴和短半轴的值。例如，如果输入“−5”作为长半轴的值，则被解释为+5。起始角、终止角或旋转角都可被接受。新的旋转角用于椭圆的初始位置，而不是累加到当前旋转角的值上。

 提示：

当改变椭圆的任何值时，所有相关联的制图对象都会自动更新。单击“应用”按钮后，选择列表变空并且数值重设为零。“撤销”操作会把椭圆重设为初始状态。

4.3.2 修剪曲线

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“修剪”命令或依次单击“曲线”选项卡→“编辑曲线”组→“修剪曲线”图标，系统打开如图 4-80 所示的“修剪曲线”对话框。该选项可以根据边界实体和选中进行修剪的曲线的分段来调整曲线的端点。可以修剪或延伸直线、圆弧、二次曲线或样条。

“修剪曲线”对话框中部分选项的功能如下。

（1）要修剪的曲线：此选项用于选择要修剪的一条或多条曲线。（此步骤是必需的）

（2）边界对象 1：此选项让用户从工作区窗口中选择一组对象作为边界 1，沿着它修剪曲线。

（3）边界对象 2：此选项让用户选择第二组边界线，沿着它修剪选中的曲线。（此步骤是可选的）

（4）曲线延伸：如果正修剪一个要延伸到它的边界对象的样条，则可以选择延伸的形状。该下拉列表中有以下 4 个选项。

- 自然：从样条的端点沿它的自然路径延伸。
- 线性：把样条从它的任一端点延伸到边界对象，样条的延伸部分是呈直线的。
- 圆形：把样条从它的端点延伸到边界对象，样条的延伸部分是圆弧形的。
- 无：对任何类型的曲线都不执行延伸。

（5）关联：该选项让用户指定输出的已被修剪的曲线是否相关联。关联的修剪导致生成一个 TRIM_CURVE 特征，它是原始曲线的复制的、关联的、被修剪的副本。

原始曲线的线型改为虚线，这样它们对照于被修剪的、关联的副本更容易看得到。如果输入参数改变，则关联的修剪的曲线会自动更新。

（6）输入曲线：该选项让用户指定输入曲线的被修剪部分处于何种状态。

- 隐藏：意味着输入曲线被渲染成不可见。
- 保留：意味着输入曲线不受修剪曲线操作的影响，被“保持”在它们的初始状态。
- 删除：意味着通过修剪曲线操作把输入曲线从模型中删除。
- 替换：意味着输入曲线被已修剪的曲线替换或“交换”。当使用“替换”时，原始曲

线的子特征成为已修剪曲线的子特征。

“修剪曲线”示意图如图 4-81 所示。



图 4-80 “修剪曲线”对话框

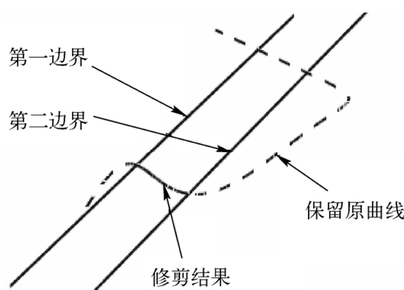


图 4-81 “修剪曲线”示意图

4.3.3 修剪拐角

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“修剪角”命令或依次单击“曲线”→“更多”库→“编辑曲线”库→“修剪拐角”图标，打开如图 4-82 所示的“修剪拐角”对话框。该选项把两条曲线修剪到它们的交点，从而形成一个拐角。

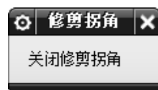


图 4-82 “修剪拐角”对话框

生成的拐角依附于选择的对象，如图 4-83 所示。

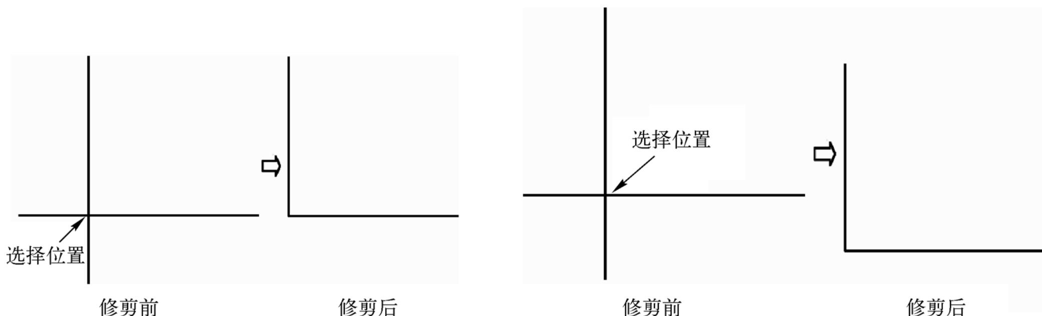


图 4-83 “修剪拐角”示意图

 **提示：**

如果选择球只包含一条曲线，则会显示错误信息：无有效的曲线；当修剪样条时，会警

告用户样条的定义数据会被删除，可以单击“取消”按钮来退出或单击“确定”按钮来继续修剪操作。

4.3.4 分割曲线

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“分割”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“编辑曲线”组→“分割曲线”图标，系统打开如图 4-84 所示的“分割曲线”对话框。

该选项把曲线分割成一组同样的段（即直线到直线、圆弧到圆弧）。每个生成的段是单独的实体并赋予和原先的曲线相同的线型。新的对象和原先的曲线放在同一层上。分割曲线有 5 种不同的方式。

1．等分段

该选项使用曲线长度或特定的曲线参数把曲线分成相等的段。

（1）等参数：该选项是根据曲线参数特征把曲线等分。曲线的参数随各种不同的曲线类型而变化。

（2）等弧长：该选项根据选中的曲线被分割成等长度的单独曲线，各段的长度是通过把实际的曲线长度分成要求的段数计算出来的。

2．按边界对象

该选项使用边界实体把曲线分成几段，边界实体可以是点、曲线、平面和/或面等。选中该选项后，会打开如图 4-85 所示的对话框。



图 4-84 “分割曲线”对话框



图 4-85 “按边界对象”类型

如图 4-86 所示为根据边界对象分段示意图。

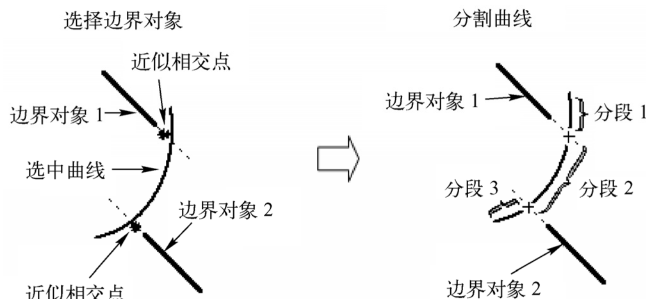


图 4-86 “按边界对象”分段示意图

3．弧长段数

该选项是按照各段定义的弧长分割曲线（如图 4-87 所示）。选中该选项后，会打开如图 4-88 所示的对话框，要求输入分段弧长值，其后会显示分段数目和剩余部分弧长值（图 4-89）。

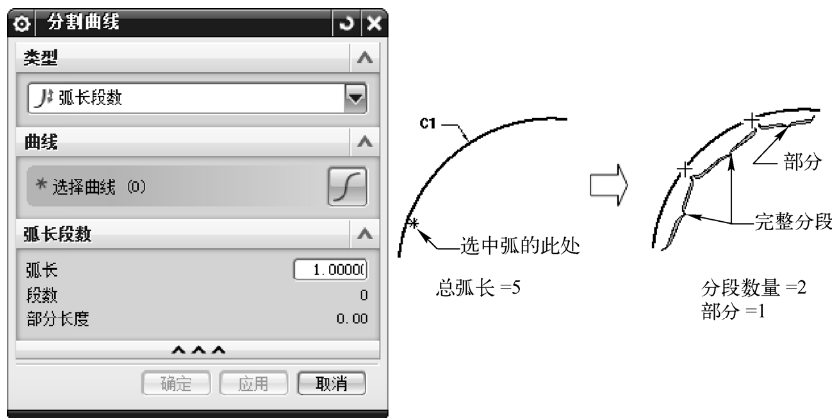


图 4-87 “弧长段数”示意图



图 4-88 “弧长分段”类型



图 4-89 “在结点处”类型

具体操作时，在靠近要开始分段的端点处选择该曲线。从选择的端点开始，系统沿着曲线测量输入的长度，并生成一段。从分段处的端点开始，系统再次测量长度并生成下一段。此过程不断重复直到到达曲线的另一个端点。生成的完整分段数目会在对话框中显示出来，此数目取决于曲线的总长和输入的各段的长度。曲线剩余部分的长度显示出来，作为部分段。

4．在结点处

该选项使用选中的结点分割曲线，其中结点是指样条段的端点。选中该选项后会打开如图 4-89 所示的对话框，其中各选项的功能如下。

（1）按结点号：通过输入特定的结点号码分割样条。

（2）选择结点：通过用图形光标在结点附近指定一个位置来选择分割结点。当选择样条时会显示结点。

（3）所有结点：自动选择样条上的所有结点来分割曲线。

如图 4-90 给出一个“在结点处”分割曲线示意图。

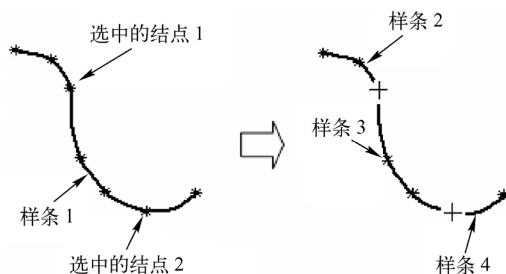


图 4-90 “在结点处”分割曲线示意图

5. 在拐角上

该选项在角上分割样条，其中角是指样条折弯处（即，某样条段的终止方向不同于下一段的起始方向）的节点，如图 4-91 所示。

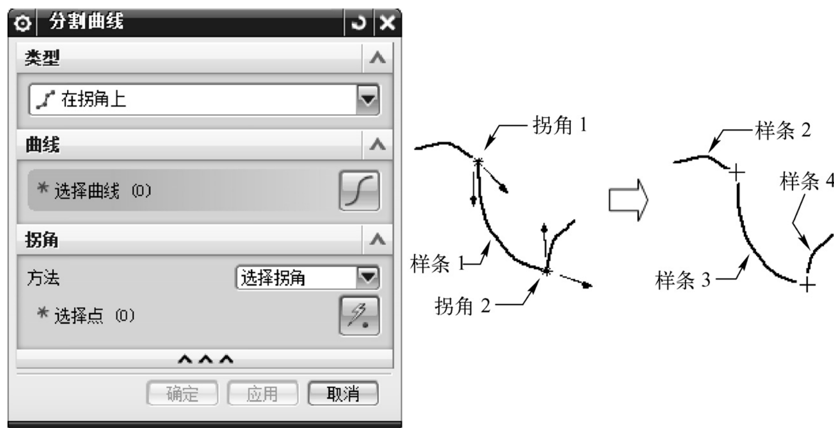


图 4-91 “在拐角上”示意图

要在角上分割曲线，首先要选择该样条。所有的角上都显示有星号。用和“在结点处”相同的方式选择角点。如果在选择的曲线上未找到角，则会显示如下错误信息：“不能分割——没有角”。

4.3.5 编辑圆角

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“圆角”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“编辑曲线”库→“编辑圆角”图标，打开如图 4-92 所示的“编辑圆角”对话框。该选项用于编辑已有的圆角。此选项类似于两个对象圆角的生成方法。在依次选择对象 1、圆角、对象 2 之后会打开如图 4-93 所示的对话框。

“编辑圆角”对话框中各选项的功能如下。

（1）半径：指定圆角的新的半径值。半径值默认为被选圆角的半径或用户最近指定的半径。

（2）默认半径：该选项组下有 2 个单选按钮供选择。

- 圆角：每编辑一个圆角，半径值就默认为它的半径。



图 4-92 “编辑圆角”对话框



图 4-93 “编辑圆角”对话框

- 模态的：该选项用于使半径值保持恒定，直到输入新的半径或半径默认值被更改为“圆角”。

（3）新的中心：让用户选择是否指定新的近似中心点。如果不勾选该复选框，当前圆角的圆弧中心用于开始计算修改的圆角。

“编辑圆角”示意图如图 4-94 所示。

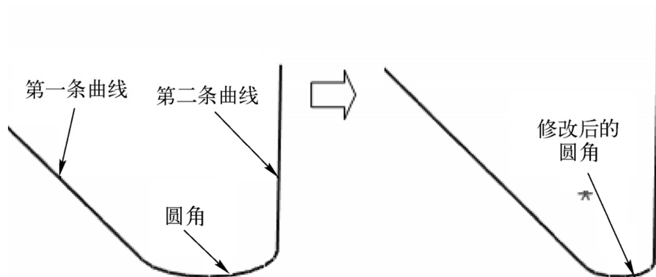


图 4-94 “编辑圆角”示意图

4.3.6 拉长曲线

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“拉长”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“编辑曲线”组→“拉长曲线”图标，打开如图 4-95 所示的“拉长曲线”对话框。该选项用于移动几何对象，同时拉伸或缩短选中的直线。可以移动大多数几何类型，但只能拉伸或缩短直线。

“拉长曲线”对话框中各选项的功能如下。

（1）*XC* 增量/*YC* 增量/*ZC* 增量：要求用户输入 *XC*、*YC* 和 *ZC* 的增量，系统按这些增量值移动或拉伸几何体。

（2）重置值：该选项用于将上述增量值重设为零。

（3）点到点：该选项用于让用户定义参考点和目标点。

（4）撤销：该选项用于把几何体改变成先前的状态。

具体操作时可以使用矩形来选择对象，矩形必须包围要平移的对象，以及要拉伸的直线的端点。如果只有对象（直线除外）的一部分在矩形内，则该对象不被选中。如图 4-96 所示为“拉长曲线”示意图。

 提示：

拉长曲线可用于除了草图、组、组件、体、面和边以外的所有几何类型。



图 4-95 “拉长曲线”对话框

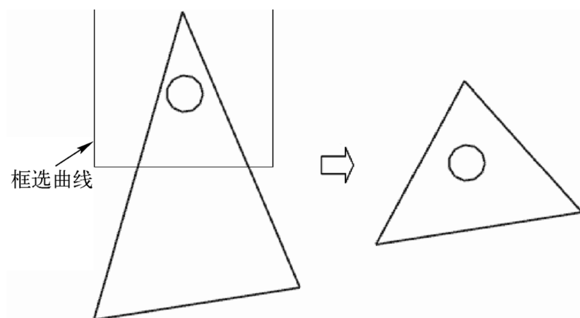


图 4-96 “拉长曲线”示意图

4.3.7 曲线长度

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“长度”命令或依次单击“曲线”选项卡→“编辑曲线”组→“曲线长度”图标，系统打开如图 4-97 所示的“曲线长度”对话框。该选项可以通过给定的圆弧增量或总弧长来修剪曲线。



图 4-97 “曲线长度”对话框

“曲线长度”对话框中部分选项的功能如下。

1．侧

（1）起点和终点：从圆弧的起点和终点修剪或延伸。

（2）对称：从圆弧的起点和终点修剪和延伸。

2．长度

（1）全部：此方式为利用曲线的总弧长来修剪曲线。总弧长是指沿着曲线的精确路径，从曲线的起点到终点的距离。

（2）增量：此方式为利用给定的弧长增量来修剪曲线。弧长增量是指从初始曲线上修剪的长度。

3．方法

该选项用于确定所选样条延伸的形状。选项有：

（1）自然：从样条的端点沿它的自然路径延伸它。

（2）线性：从任意一个端点延伸样条，延伸部分是线性的。

（3）圆形：从样条的端点延伸样条，延伸部分是圆弧的。

4．限制

该选项用于输入一个值作为修剪掉的或延伸的圆弧的长度。

（1）开始：起始端修建或延伸的圆弧的长度。

（2）结束：终端修建或延伸的圆弧的长度。

对于弧长用户既可以输入正值，也可以输入负值。输入正值时延伸曲线，输入负值则截断曲线，示意图如图 4-98 所示。

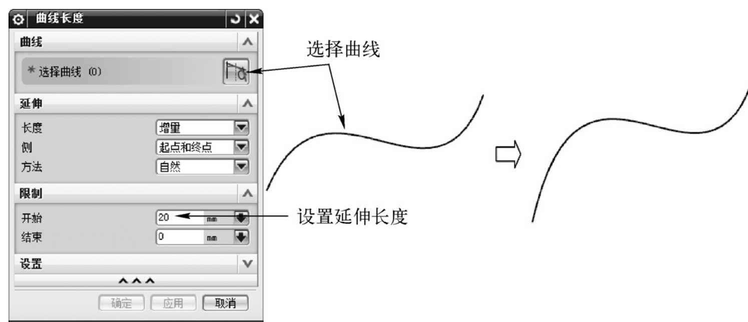


图 4-98 “曲线长度”示意图

4.3.8 光顺样条

选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“光顺”命令或依次单击“曲线”选项卡→“编辑曲线”组→“编辑曲线”库→“光顺样条”图标，打开如图 4-99 所示的“光顺样条”对话框。该选项用来光顺曲线的斜率，使得 B 样条曲线更加光顺。

“曲线长度”对话框中部分选项的功能如下。

1．类型

（1）曲率：通过最小化曲率值的大小来光顺曲线。

（2）曲率变化：通过最小化整条曲线的曲率变化来光顺曲线。

2．约束

该选项用于选择在光顺曲线的时候对于曲线起点和终点的约束。以下对 G0、G1、G2、G3 做简单介绍。

（1）在 UG 中，通常使用的两种连续性是数学连续性（用 C*n* 表示，其中 *n* 是某个整数）与几何连续性（用 G*n* 表示）。连续性是用来描述分段边界处的曲线与曲面的行为。

（2）G*n* 表示两个几何对象间的实际连续程度。例如，G0（位置）意味着两个对象相连或两个对象的位置是连续的；G1（相切）意味着两个对象光顺连接，一阶微分连续，或者是相切连续的；G2（曲率）意味着两个对象光顺连接，二阶微分连续，或者两个对象的曲率是连续的；G3（流）意味着两个对象光顺连接，三阶微分连续。G*n* 的连续性是独立于表示（参数化）的。图 4-100 显示的曲率梳状线图示意了这些差异。





图 4-99 “光顺样条”对话框

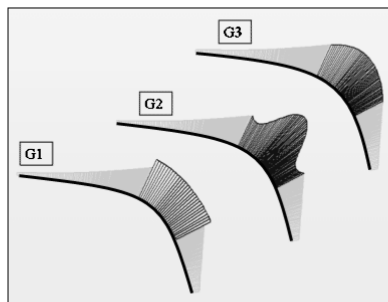


图 4-100 “G1、G2、G3”连续示意图

第 5 章

特征建模

相对于单纯的实体建模和参数化建模，UG 采用的是复合建模方法。该方法是基于特征的实体建模方法，是在参数化建模方法的基础上采用了一种所谓“变量化技术”的设计建模方法，对参数化建模技术进行了改进。

本章主要介绍 UG NX 9.0 中基础三维建模工具的用法。

5.1 基准建模

在建模中，经常需要建立基准点、基准平面、基准轴和基准 CSYS。UG NX 9.0 提供了基准建模工具，通过选择“菜单”→“插入”→“基准/点”中的命令来实现，如图 5-1 所示。



图 5-1 “基准/点”子菜单

5.1.1 点

选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“点”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”下拉菜单→“点”图标十，系统打开如图 5-2 所示的“点”对话框。



图 5-2 “点”对话框

下面介绍该对话框中主要参数的用法。

- 自动判断的点：根据鼠标所指的位置指定各种点之中离光标最近的点。
- 光标位置：直接在鼠标左键单击的位置上建立点。
- 十现有点：根据已经存在的点，在该点位置上再创建一个点。
- 终点：根据鼠标选择位置，在靠近鼠标选择位置的端点处建立点。如果选择的特征为完整的圆，那么端点为零象限点。
- 控制点：在曲线的控制点上构造一个点或规定新点的位置。控制点与曲线的类型有关，可以是直线的中点或端点、二次曲线的端点、样条曲线的定义点或控制点等。
- 交点：在两段曲线的交点上、曲线和平面的交点上，或曲线和曲面的交点上创建一个点或规定新点的位置。
- 圆弧中心/椭圆中心/球心：在所选圆弧、椭圆或球的中心建立点。
- 圆弧/椭圆上的角度：在与 *X* 轴正向成一定角度（沿逆时针方向）的圆弧/椭圆弧上创建一个点或规定新点的位置，在如图 5-3 所示的对话框中输入曲线上的角度。

- 象限点：即圆弧的四分点，在圆弧或椭圆弧的四分点处创建一个点或规定新点的位置。
- 点在曲线/边上：在如图 5-4 所示的对话框中设置“弧长/弧长百分比/参数百分比”值，即可在选择的特征上建立点。



图 5-3　圆弧/椭圆上的角度



图 5-4　点在曲线/边上

- 点在面上：在如图 5-5 所示的对话框中设置“U 向参数”和“V 向参数”的值，即可在面上建立点。
- 两点之间：在如图 5-6 所示的对话框中设置“位置百分比”文本框的值，即可在两点之间建立点。



图 5-5　点在面上



图 5-6　两点之间

● =按表达式：根据选择的表达式来创建点。也可以在对话框中单击“创建表达式”按钮，打开“表达式”对话框，创建新的表达式，然后根据新建的表达式创建点。

5.1.2 基准平面

选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”下拉菜单→“基准平面”图标，系统打开如图 5-7 所示的“基准平面”对话框。



图 5-7 “基准平面”对话框

下面介绍该对话框中主要参数的用法。

● 自动判断：系统根据所选对象创建基准平面。
● 按某一距离：通过和已存在的参考平面或基准面进行偏置得到新的基准平面。
● 成一角度：通过与一个平面或基准面成指定角度来创建基本平面。
● 二等分：在两个相互平行的平面或基准平面的对称中心处创建基准平面。
● 曲线和点：通过选择曲线和点来创建基准平面。
● 两直线：通过选择两条直线，若两条直线在同一平面内，则以这两条直线所在平面为基准平面；若两条直线不在同一平面内，那么基准平面通过一条直线且和另一条直线平行。
● 相切：通过和一曲面相切且通过该曲面上的点、线或平面来创建基准平面。
● 通过对象：以对象平面为基准平面。
● 点和方向：通过选择一个参考点和一个参考矢量来创建基准平面。
● 曲线上：通过已存在的曲线，创建在该曲线某点处和该曲线垂直的基准平面。
● 视图平面：根据视图方向创建基准平面。

系统还提供了 *YC-ZC* 平面、*XC-ZC* 平面、*XC-YC* 平面和按钮系数 4 种方法。也就是说，可选择 *YC-ZC* 平面、*XC-ZC* 平面、*XC-YC* 平面为基准平面，或单击按钮，自定义基准平面。

5.1.3 基准轴

选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准轴”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”下拉菜单→“基准轴”图标，系统打开如图 5-8 所示的“基准轴”对话框。



图 5-8 “基准轴”对话框

下面介绍该对话框中主要参数的用法。

- 自动判断：根据所选的对象确定要使用的最佳基准轴类型。
- 交点：通过选择两相交对象的交点来创建基准轴。
- 曲线/面轴：通过选择曲面和曲面上的轴创建基准轴。
- 曲线上矢量：通过选择曲线和该曲线上的点创建基准轴。
- *XC* 轴：在工作坐标系的 *XC* 轴上创建基准轴。
- *YC* 轴：在工作坐标系的 *YC* 轴上创建基准轴。
- *ZC* 轴：在工作坐标系的 *ZC* 轴上创建基准轴。
- 点和方向：通过选择一个点和方向矢量创建基准轴。
- 两点：通过选择两个点来创建基准轴。

5.1.4 基准 CSYS

选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准 CSYS”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”库→“基准 CSYS”图标，打开如图 5-9 所示的“基准 CSYS”对话框。该选项用于创建基准 CSYS。和坐标系不同的是，基准 CSYS 一次建立 3 个基准面（*XY*、*YZ* 和 *ZX* 面）选项和 3 个基准轴（*X*、*Y* 和 *Z* 轴）。



图 5-9 “基准 CSYS”对话框

下面介绍该对话框中主要参数的用法。

- 动态：使用户可以手动移动 CSYS 到任何想要的位置或方位，或创建一个相对于选定 CSYS 的关联、动态偏置 CSYS。可以使用手柄操控 CSYS。
- 自动判断：通过选择的对象或输入沿 *X*、*Y* 和 *Z* 坐标轴方向的偏置值来定义一个坐

标系。

- 原点，X 点，Y 点：该方法利用点创建功能先后指定 3 个点来定义一个坐标系。这 3 点应分别是原点、X 轴上的点和 Y 轴上的点。定义的第一点为原点，第一点指向第二点的方向为 X 轴的正向，从第二点至第三点按右手定则来确定 Z 轴正向。
- X 轴，Y 轴，原点：根据用户选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。X 轴和 Y 轴都是矢量；原点为一点。
- Z 轴，X 轴，原点：根据您选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。Z 轴和 X 轴都是矢量；原点为一点。
- Z 轴，Y 轴，原点：根据用户选择或定义的一个点和两个矢量来定义 CSYS。X 轴和 Y 轴都是矢量；原点为一点。
- 平面，X 轴，点：基于为 Z 轴选定的平面对象、投影到 X 轴平面的矢量以及投影到原点平面的点来定义 CSYS。
- 三平面：该方法通过先后选择 3 个平面来定义一个坐标系。3 个平面的交点为坐标系的原点，第一个面的法向为 X 轴，第一个面与第二个面的交线方向为 Z 轴。
- 绝对 CSYS：该方法在绝对坐标系的（0，0，0）点处定义一个新的坐标系。
- 当前视图的 CSYS：该方法用当前视图定义一个新的坐标系。XOY 平面为当前视图的所在平面。
- 偏置 CSYS：该方法通过输入沿 X、Y 和 Z 坐标轴方向相对于选择坐标系的偏距来定义一个新的坐标系。

5.2 布尔运算

零件模型通常由单个实体组成，但在建模过程中，实体通常是由多个实体或特征组合而成的，于是要求把多个实体或特征组合成一个实体，这个操作称为布尔运算（或布尔操作）。

布尔运算在实际建模过程中用得比较多，但一般情况下是系统自动完成或自动提示用户选择合适的布尔运算。布尔运算也可独立操作。

5.2.1 求和

选择“菜单”→“插入”→“组合”→“求和”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“组合”库→“求和”图标，系统打开如图 5-10 所示的“求和”对话框。



图 5-10 “求和”对话框

该对话框用于将两个或多个实体的体积组合在一起构成单个实体，其公共部分完全合并到一起，如图 5-11 所示。

“求和”对话框中的选项说明如下。

（1）目标：进行布尔“求和”时选择的第一个体对象，运算的结果将加在目标体上，并修改目标体。同一次布尔运算中，目标体只能有一个。布尔运算的结果体类型与目标体的类型一致。

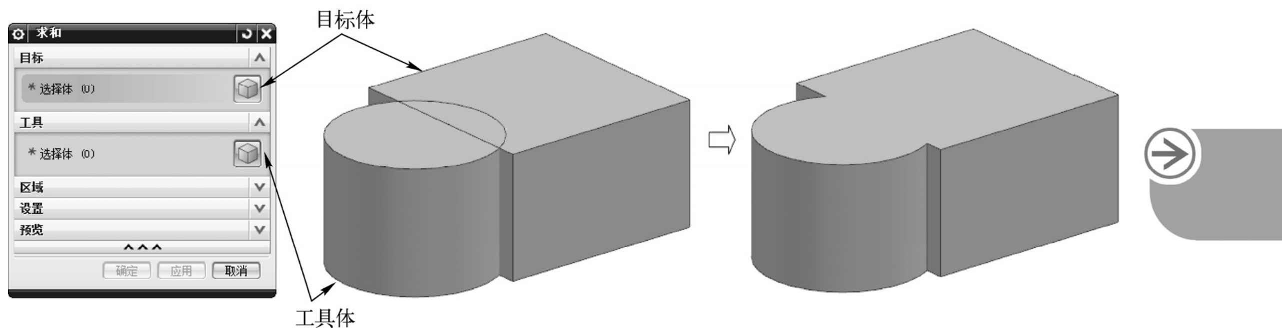


图 5-11 “求和”示意图

（2）工具：进行布尔运算时选择的第二个及以后体对象，这些对象将加在目标体上，并构成目标体的一部分。同一次布尔运算中，工具体可有多个。

需要注意的是，可以将实体和实体进行求和运算，也可以将片体和片体进行求和运算（具有近似公共边缘线），但不能将片体和实体、实体和片体进行求和运算。

5.2.2 求差

选择“菜单”→“插入”→“组合”→“求差”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“组合”库→“求差”图标，系统打开如图 5-12 所示的“求差”对话框。



图 5-12 “求差”对话框

该对话框用于从目标体中减去一个或多个刀具体的体积，即将目标体中与刀具体公共的部分去掉，如图 5-13 所示。

进行求差操作时，需要注意以下几点。

（1）若目标体和刀具体不相交或相接，则在运算结果中保持目标体不变。

（2）实体与实体、片体与实体、实体与片体之间都可进行求差运算，但片体与片体之间不能进行求差运算。实体与片体的差，其结果为非参数化实体。

（3）布尔“求差”运算时，若目标体进行差运算后的结果为两个或多个实体，则目标体将丢失数据。也不能将一个片体变成两个或多个片体。

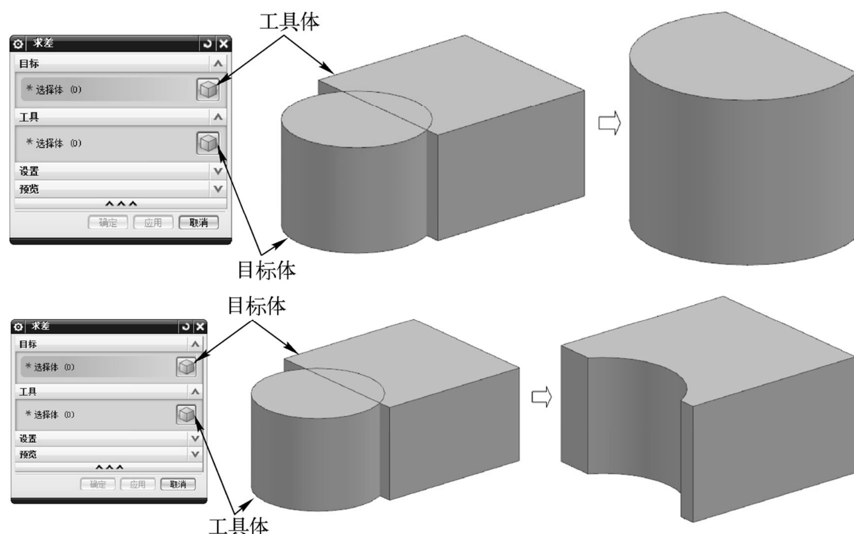


图 5-13 “求差”示意图

（4）差运算的结果不允许产生 0 厚度，即不允许目标实体和工具体的表面刚好相切。

5.2.3 求交

选择“菜单”→“插入”→“组合”→“求交”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“组合”库→“求交”图标，系统打开如图 5-14 所示的“求交”对话框。

该对话框用于将两个或多个实体合并成单个实体，运算结果取其公共部分体积构成单个实体，如图 5-15 所示。



图 5-14 “求交”对话框

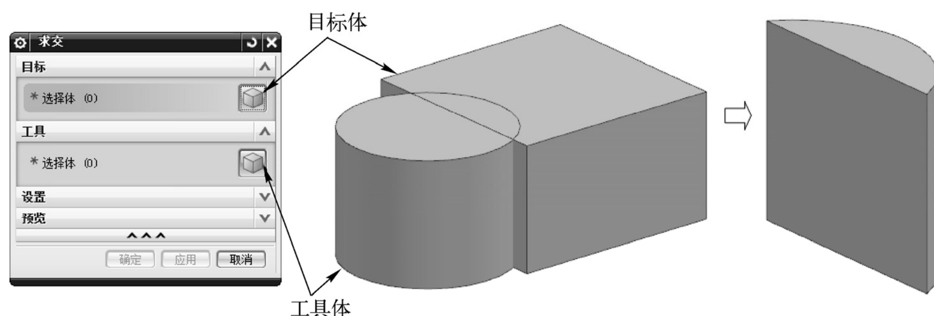


图 5-15 “求交”示意图

5.3 创建体素特征

本章主要介绍简单特征，如长方体、圆柱体、圆锥体以及球体的创建。

5.3.1 长方体

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“长方体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“块”图标，打开如图 5-16 所示的“块”对话框。



图 5-16 “块”对话框

以下对 3 种创建方式逐一介绍。

（1）原点和边长：该方式允许用户通过原点和 3 边长度来创建长方体，示意图如图 5-17 所示。

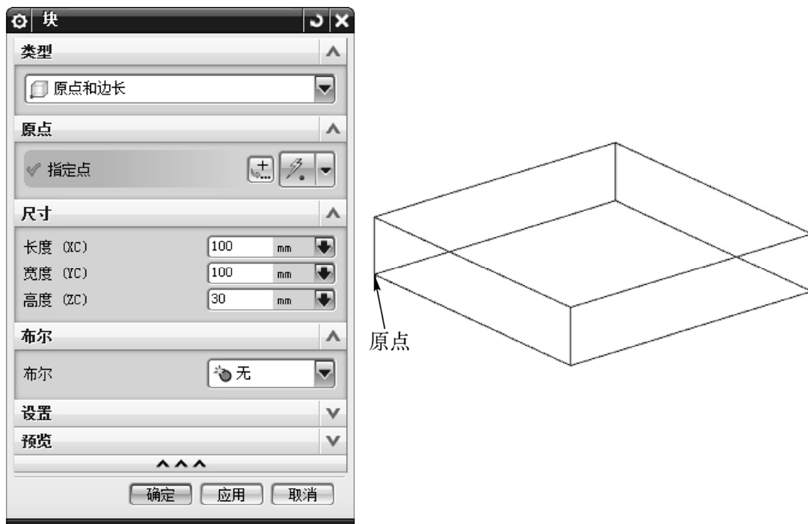


图 5-17 “原点和边长”示意图

（2）两点和高度：该方式允许用户通过高度和底面的两对角点来创建长方体，示意图如图 5-18 所示。

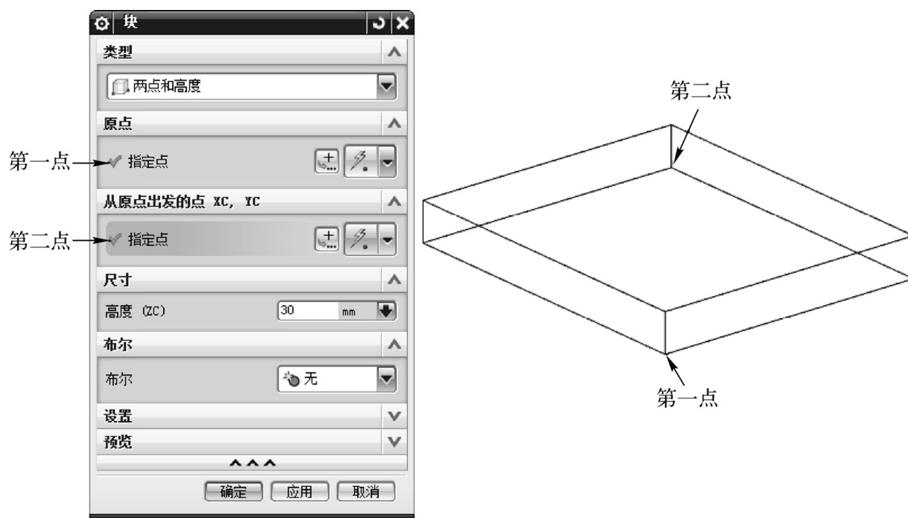


图 5-18 “两点和高度”示意图

（3）两个对角点：该方式允许用户通过两个对角顶点来创建长方体，示意图如图 5-19 所示。

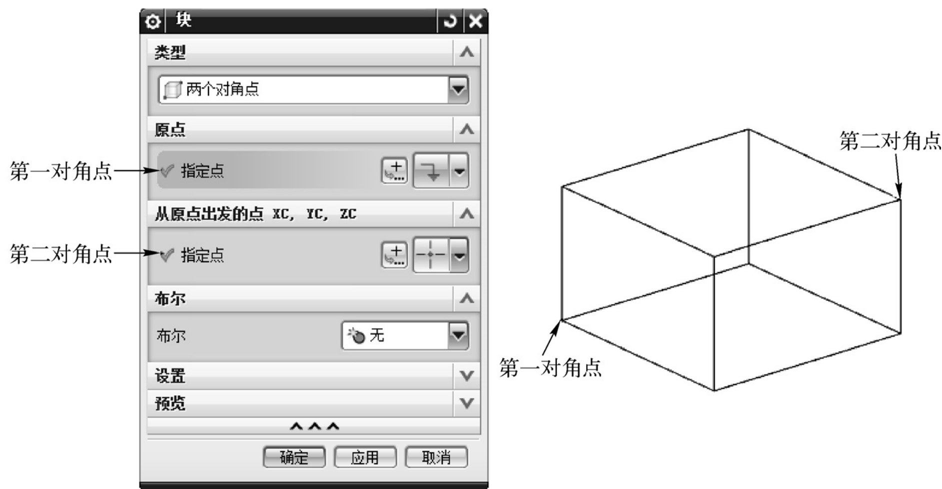


图 5-19 “两个对角点”示意图

5.3.2 圆柱体

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，打开如图 5-20 所示的“圆柱”对话框。

以下对 2 种创建方式逐一介绍。

（1）轴、直径和高度：该方式允许用户通过定义直径和圆柱高度值以及底面圆心来创建圆柱体，创建示意图如图 5-21 所示。



图 5-20 “圆柱”对话框



图 5-21 “轴、直径和高度”示意图

（2）圆弧和高度：该方式允许用户通过定义圆柱高度值，选择一段已有的圆弧并定义创建方向来创建圆柱体。用户选取的圆弧不一定需要是完整的圆，且生成圆柱与弧不关联，圆柱方向可以选择是否反向，示意图如图 5-22 所示。

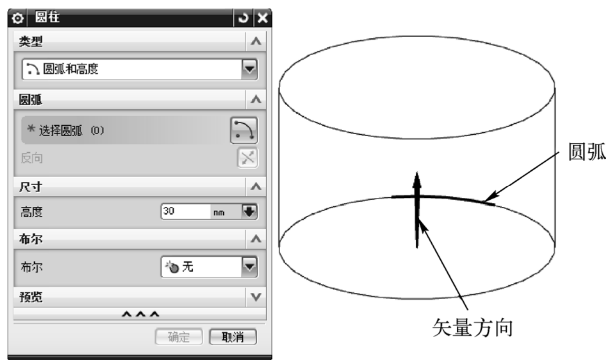


图 5-22 “圆弧和高度”示意图

5.3.3 圆锥体

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆锥”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆锥”图标，打开如图 5-23 所示的“圆锥”对话框。

以下对其 5 种创建方式逐一介绍。

（1）直径和高度：该方式通过定义底部直径、顶部直径和高度值生成实体圆锥，创建示意图如图 5-24 所示。

（2）直径和半角：该方式通过定义底部直径、顶部直径和半角值生成圆锥，创建示意图如图 5-25 所示。

半角定义了圆锥的轴与侧面形成的角度。半角值的有效范围是 1°～89°。图 5-26 说明

了不同的半角值对圆锥形状的影响。每种情况下，底部直径和顶部直径都是相同的。半角影响顶点的“锐度”以及圆锥的高度。



图 5-23 “圆锥”对话框



图 5-24 “直径和高度”示意图



图 5-25 “直径和半角”示意图

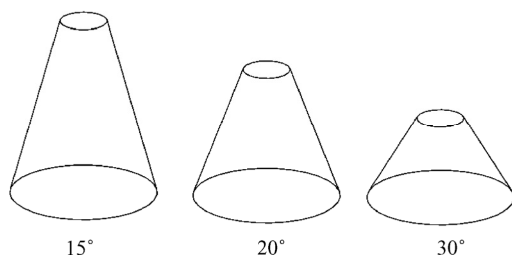


图 5-26 不同的半角值对圆锥的影响

（3）底部直径，高度和半角：该方式通过定义底部直径、高度和半角值生成圆锥。半角值的有效范围是 1° ～89° 。在生成圆锥的过程中，有一个经过原点的圆形平表面，其直径由底部直径值给出。顶部直径值必须小于底部直径值，创建示意图如图 5-27 所示。

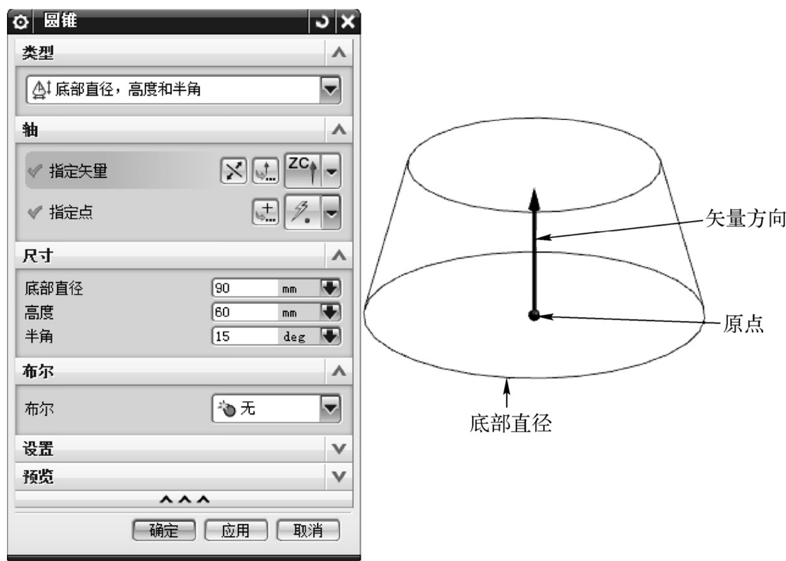


图 5-27 “底部直径，高度和半角”创建示意图

（4）顶部直径，高度和半角：该方式通过定义顶部直径、高度和半角值生成圆锥。在生成圆锥的过程中，有一个经过原点的圆形平表面，其直径由顶直径值给出。底部直径值必须大于顶部直径值，创建示意图如图 5-28 所示。

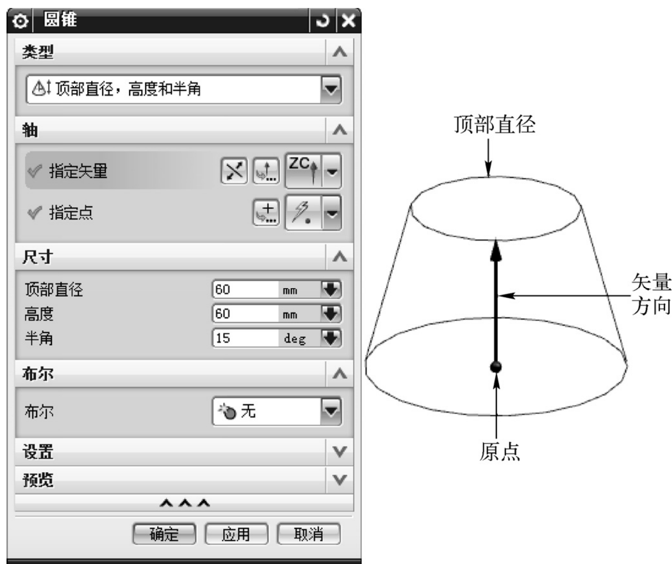


图 5-28 “顶部直径，高度和半角”创建示意图

（5）两个共轴的圆弧：该方式通过选择两条弧生成圆锥。两条弧不一定是平行的（如

图 5-29 所示）。

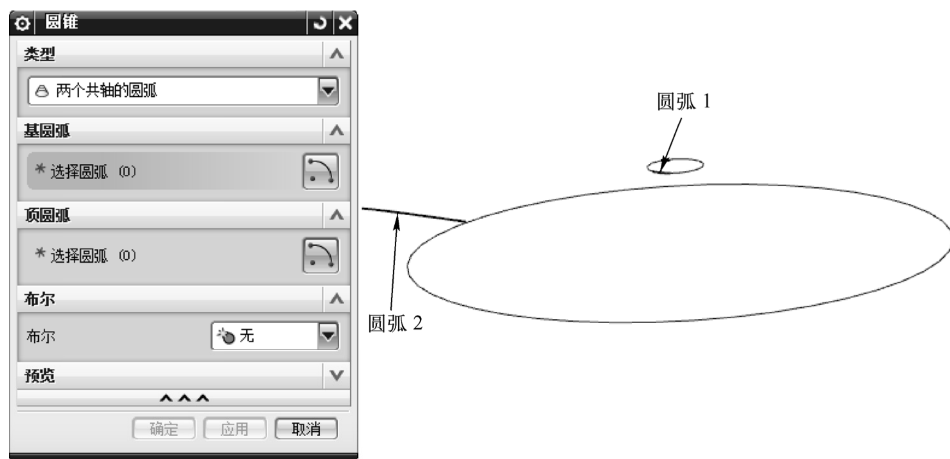


图 5-29 “两个共轴的圆弧”示意图

选择了基弧和顶弧之后，就会生成完整的圆锥。所定义的圆锥轴位于弧的中心，并且处于基弧的法向上。圆锥的底部直径和顶部直径取自两个弧。圆锥的高度是顶弧的中心与基弧的平面之间的距离。

如果选中的弧不是共轴的，系统会将选中的第二条弧（顶弧）平行投影到由基弧形成的平面上，直到两个弧共轴为止。另外，圆锥不与弧相关联。

5.3.4 球

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“球”命令，打开如图 5-30 所示的“球”对话框。



图 5-30 “球”对话框

以下对其 2 种创建方式逐一介绍。

（1）中心点和直径：该方式通过定义直径值和中心生成球体，创建示意图如图 5-31 所示。

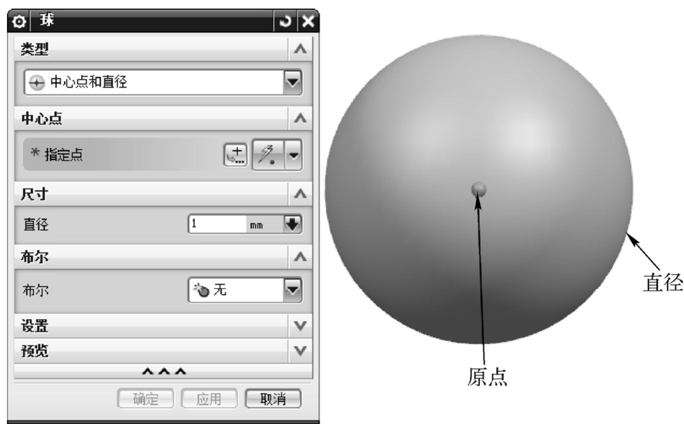


图 5-31 “中心点和直径”示意图

（2）圆弧：该方式通过选择圆弧来生成球体，示意图如图 5-32 所示，所选的弧不必为完整的圆弧。系统基于任何弧对象生成完整的球体。选定的弧定义球体的中心和直径。另外，球体不与弧相关，这意味着如果编辑弧的大小，球体不会更新以匹配弧的改变。

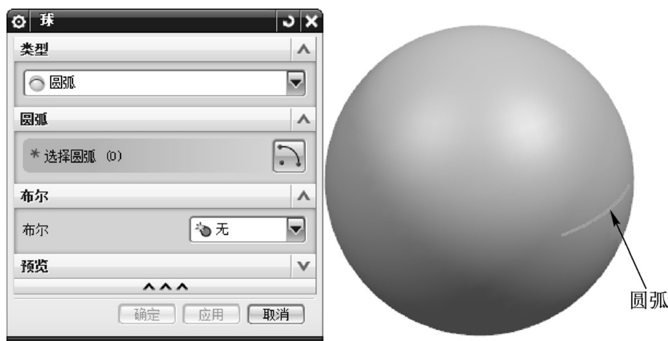


图 5-32 “圆弧”示意图

5.3.5 实例——时针

首先创建长方体，然后在长方体中创建圆柱体，再通过创建孔等操作，生成时针模型，如图 5-33 所示。

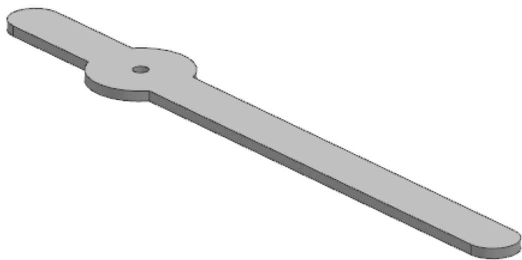


图 5-33 时针 1


参见光盘 光盘\视频教学\第 5 章\时针.avi


操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“模板”选项组中选择“模型”，在“名称”文本框中输入“shizhen”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建长方体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“长方体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“块”图标，弹出“块”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“原点和边长”，如图 5-34 所示。

（3）在“长度（XC）”文本框、“宽度（YC）”文本框和“高度（ZC）”文本框中分别输入“9”“1”“0.2”。

（4）单击按钮，弹出“点”对话框，从中将原点坐标设置为（0，0，0），然后单击“确定”按钮。返回“块”对话框后，单击“确定”按钮，生成如图 5-35 所示的长方体。

3．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，弹出“圆柱”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”，在“指定矢量”下拉列表框中选择ZC，如图 5-36 所示。



图 5-34 “块”对话框

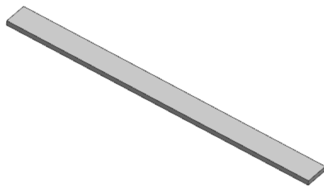


图 5-35 长方体



图 5-36 “圆柱”对话框

（3）单击按钮，弹出“点”对话框，将原点坐标设置为（3，0.5，0），单击“确定”按钮。

（4）返回“圆柱”对话框后，在“直径”文本框和“高度”文本框中分别输入“2”“0.2”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统将自动选择长方体，最后单击“确定”按钮，生成模型如图 5-37 所示。

4．创建孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，弹出“圆柱”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”，如图 5-38 所示。

（3）在“指定矢量”下拉列表框中选择；在“指定点”下拉列表框中选择“圆心”按钮，选取第 3 步创建的圆柱体的底边线。

（4）在“直径”文本框和“高度”文本框中分别输入“0.5”“0.2”，在“布尔”下拉列表框中选择“求差”，系统将自动选择长方体，最后单击“确定”按钮，生成孔如图 5-39 所示。

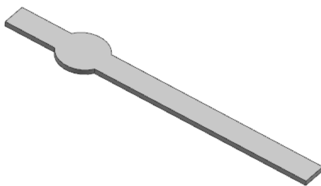


图 5-37　创建圆柱体后的模型



图 5-38 “圆柱”对话框

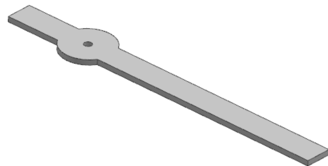


图 5-39　创建孔后的模型

5．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，弹出“圆柱”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”，如图 5-38 所示。

（3）在“指定矢量”下拉列表框中选择。单击按钮，在弹出的“点”对话框中将原点坐标设置为（0，0.5，0），单击“确定”按钮。

（4）返回“圆柱”对话框后，在“直径”文本框和“高度”文本框中分别输入“1”“0.2”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统将自动选择长方体，然后单击“应用”按钮。

（5）在（9，0.5，0）处创建相同参数的圆柱体，结果如图 5-40 所示。

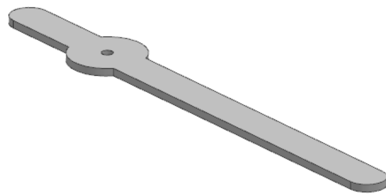


图 5-40　再次创建圆柱体后的模型

5.4　创建扫描特征

本节先介绍绘制截面，然后介绍通过拉伸、旋转、沿引导线扫掠等创建特征。

5.4.1 拉伸

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开如图 5-41 所示的“拉伸”对话框，通过在指定方向上将截面曲线扫掠一个线性距离来生成体（如图 5-42 所示）。



图 5-41 “拉伸”对话框

“拉伸”对话框中各选项的功能如下。

（1）选择曲线：用于选择被拉伸的曲线，如果选择面，则自动进入绘制草图模式。

（2）绘制截面：用户可以通过该选项首先绘制拉伸的轮廓，然后进行拉伸。

（3）指定矢量：该选项让用户选择拉伸的矢量方向，可以通过下拉菜单调出矢量构成选项。

（4）反向：如果在生成拉伸体之后，更改了作为方向轴的几何体，拉伸也会相应地更新，以实现匹配。显示的默认方向矢量指向选中几何体平面的法向。如果选择了面或片体，默认方向是沿着选中面端点的面法向。如果选中曲线构成了封闭环，在选中曲线的质心处显示方向矢量。如果选中曲线没有构成封闭环，开放环的端点将以系统颜色显示为星号。

（5）开始/结束：用于沿着方向矢量输入生成几何体的起始位置和结束位置，可以通过动态箭头来调整。其下有 5 个选项。

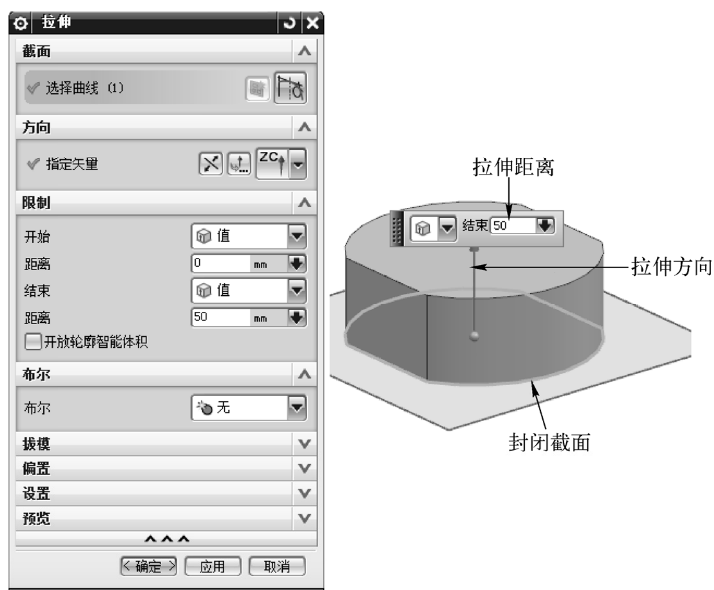
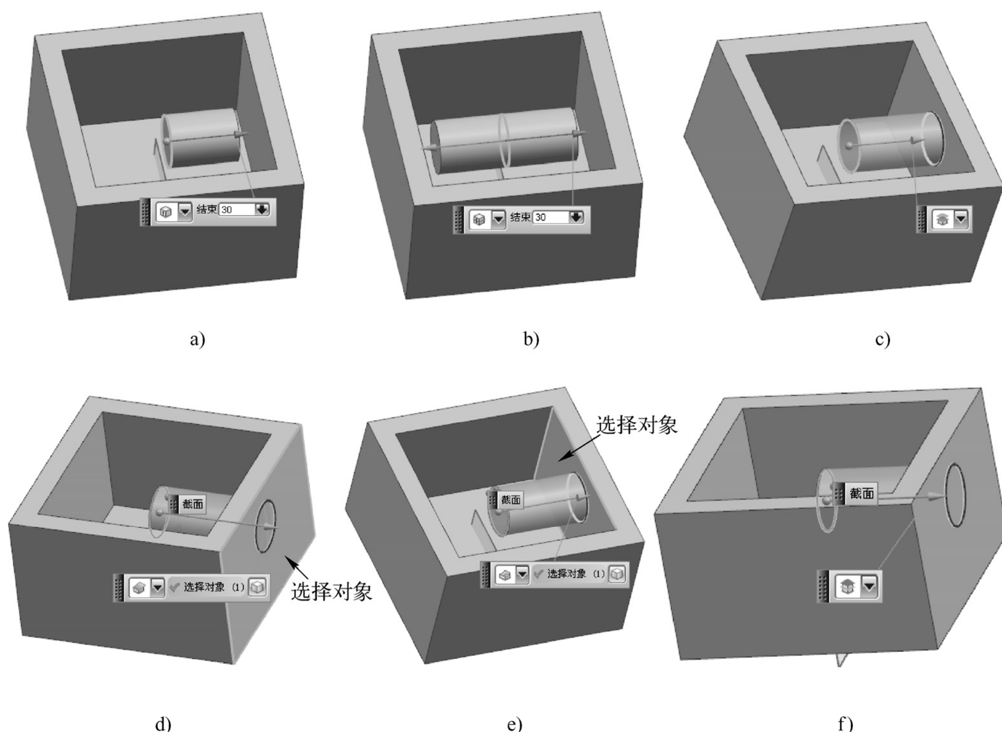


图 5-42 “拉伸”示意图

● 值：由用户输入拉伸的起始距离和结束距离的数值，示意图如图 5-43a 所示。



a)　b)　c)　d)　e)　f)

图 5-43 极限方式

a) 值 b) 对称值 c) 直至下一个 d) 直至选定 e) 直至延伸部分 f) 贯通

● 对称值：用于约束生成的几何体关于选取的对象对称，示意图如图 5-43b 所示。

- 直至下一个：沿矢量方向拉伸至下一个对象，示意图如图 5-43c 所示。
- 直至选定：拉伸至选定的表面、基准面或实体，示意图如图 5-43d 所示。
- 直至延伸部分：允许用户裁剪扫掠体至选中表面，示意图如图 5-43e 所示。
- 贯通：允许用户沿拉伸矢量完全通过所有可选实体生成拉伸体，示意图如图 5-43f 所示。

（6）布尔：该下拉列表框用于指定生成的几何体与其他对象的布尔运算，包括无、求交、求和和求差几种方式。配合起始点位置的选取，可以实现多种拉伸效果。

（7）拔模：该下拉列表框用于对面进行拔模。正角使得特征的侧面向内拔模（朝向选中曲线的中心）。负角使得特征的侧面向外拔模（背离选中曲线的中心）。零拔模角则不会应用拔模。其下有如下 5 个选项。

- 从起始限制：允许用户从起始点至结束点创建拔模，如图 5-44a 所示。
- 从截面：允许用户从起始点至结束点创建的锥角与截面对齐，如图 5-44b 所示。
- 从截面-不对称角：允许用户沿截面从起始点至结束点创建的不对称锥角，如图 5-44c 所示。
- 从截面-对称角：允许用户沿截面从起始点至结束点创建的对称锥角，如图 5-44d 所示。
- 从截面匹配的终止处：允许用户沿轮廓线从起始点至结束点创建的锥角，在梁端面处的锥面保持一致，如图 5-44e 所示。

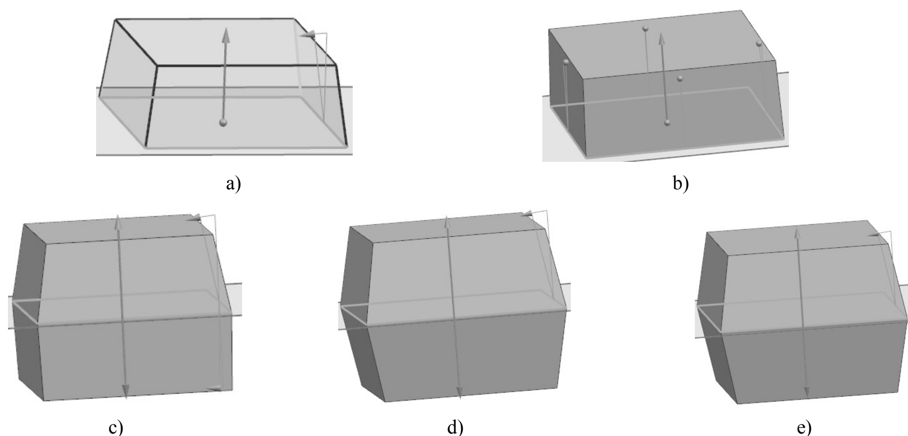


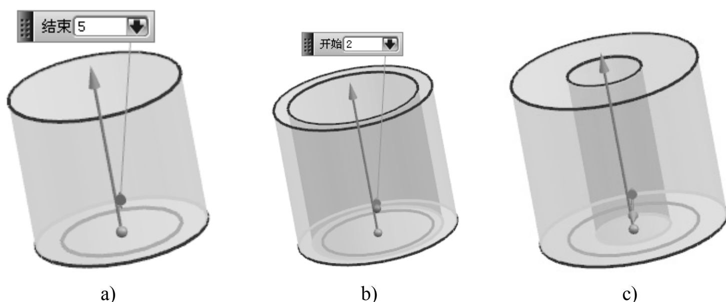
图 5-44　拔模

a) 从起始限制　b) 从截面　c) 从截面-不对称角　d) 从截面-对称角　e) 从截面匹配的终止处

（8）偏置：该下拉列表框可以生成特征，该特征由曲线或边的基本设置偏置一个常数值。其下有以下 3 个选项。

- 单侧：用于生成以单侧偏置实体，如图 5-45a 所示。
- 两侧：用于生成以双侧偏置实体，如图 5-45b 所示。
- 对称：用于生成以对称偏置实体，如图 5-45c 所示。

（9）预览：选中该复选框后，用户可以预览绘图工作区的临时实体的生成状态，以便用户及时修改和调整。



a) b) c)

图 5-45 偏置方式

a) 单侧 b) 两侧 c) 对称

5.4.2 旋转

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“旋转”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“旋转”图标，打开如图 5-46 所示的“旋转”对话框，通过绕给定的轴以非零角度旋转截面曲线来生成一个特征。可以从基本横截面开始并生成圆或部分圆的特征，示意图如图 5-47 所示。

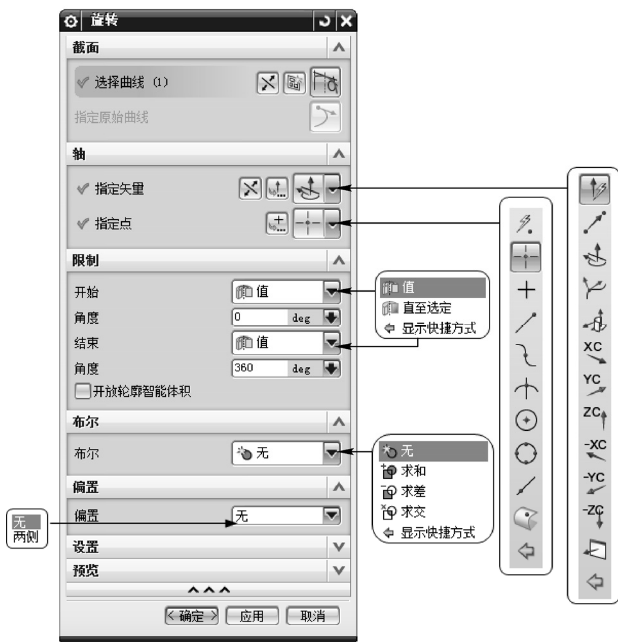


图 5-46 “旋转”对话框

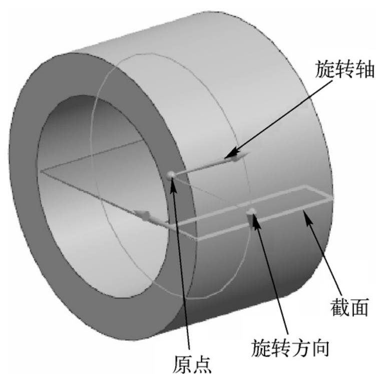


图 5-47 “旋转”示意图

“旋转”对话框中部分选项的说明如下。

（1）选择曲线：用于选择旋转的曲线，如果选择的是面，则自动进入草绘模式。

（2）绘制截面：用户可以通过该选项首先绘制回转的轮廓，然后进行回转。

（3）指定矢量：该选项让用户指定旋转轴的矢量方向，也可以通过下拉菜单调出矢量构成选项。

（4）指定点：该选项让用户通过指定旋转轴上的一点，来确定旋转轴的具体位置。

（5）反向：与拉伸中的方向选项类似，其默认方向是生成实体的法线方向。

（6）开始/结束：让用户指定旋转的角度。其下有 2 个选项。

- 值：指定旋转的开始/结束角度。总数量不能超过 360°。结束角度大于起始角旋转方向为正方向，否则为反方向，如图 5-48a 所示。
- 直至选定：该选项让用户把截面集合体旋转到目标实体上的选定面或基准平面，如图 5-48b 所示。

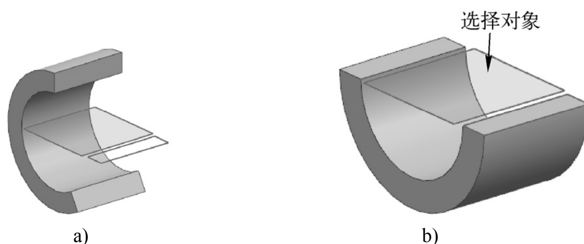


图 5-48　极限

a) 值　b) 直至选定

（7）布尔：该下拉列表框用于指定生成的几何体与其他对象的布尔运算，包括无、求交、求和和求差几种方式。配合起始点位置的选取，可以实现多种拉伸效果。

（8）偏置：该下拉列表框让用户指定偏置形式，分为无和两侧两种。

- 无：直接以截面曲线生成旋转特征，如图 5-49a 所示。
- 两侧：指在截面曲线两侧生成旋转特征，以结束值和起始值之差作为实体的厚度，如图 5-49b 所示。

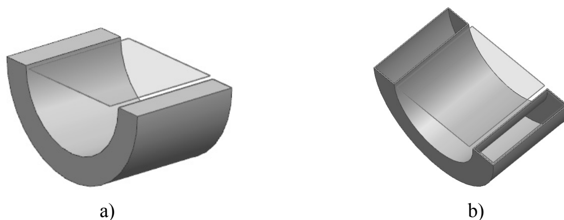


图 5-49　偏置

a) 无　b) 两侧

5.4.3 沿导线扫掠

选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“沿导线扫掠”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“扫掠”库→“沿引导线扫掠”图标，打开如图 5-50 所示的“沿引导线扫掠”对话框，通过沿着由一个或一系列曲线、边或面构成的引导线串（路径）拉伸开放的或封闭的边界草图、曲线、边或面来生成单个体，示意图如图 5-51 所示。

在进行沿导线扫掠时需要注意如下几点。

（1）如果截面对象有多个环，如图 5-52 所示，则引导线串必须由线/圆弧构成。

（2）如果沿着具有封闭的、尖锐拐角的引导线串扫掠，建议把截面线串放置到远离尖锐拐角的位置。



图 5-50 “沿导线扫掠” 对话框

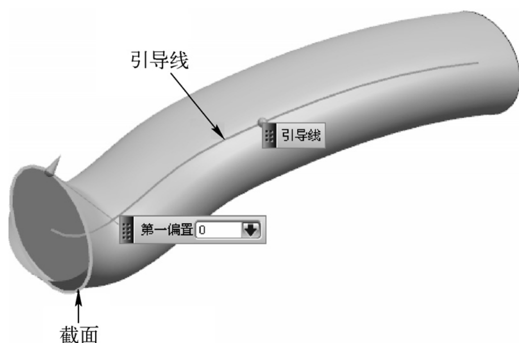


图 5-51 “沿引导线扫掠”示意图



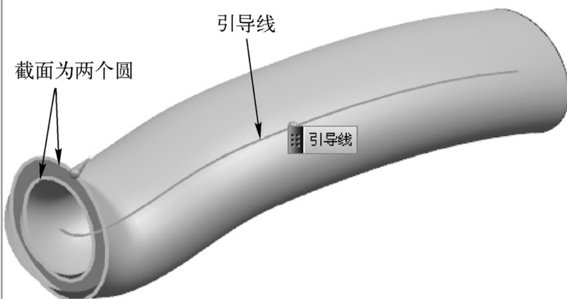


图 5-52 当截面有多个环时

（3）如果引导路径上两条相邻的线以锐角相交，或者如果引导路径中的圆弧半径对于截面曲线来说太小，则不会发生扫掠面操作。换言之，路径必须是光顺的、切向连续的。

5.4.4 管道

选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“管道”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“扫掠”库→“管道”图标，打开如图 5-53 所示的“管道”对话框，通过沿着由一个或一系列曲线构成的引导线串（路径）扫掠出简单的管道对象，示意图如图 5-54 所示。

“管道”对话框中相关选项的功能如下。

（1）外径/内径：用于输入管道的内外径数值，其中外径不能为零。

（2）输出：用于设置输出是单段或多段。其下有 2 个选项。



图 5-53 “管道”对话框

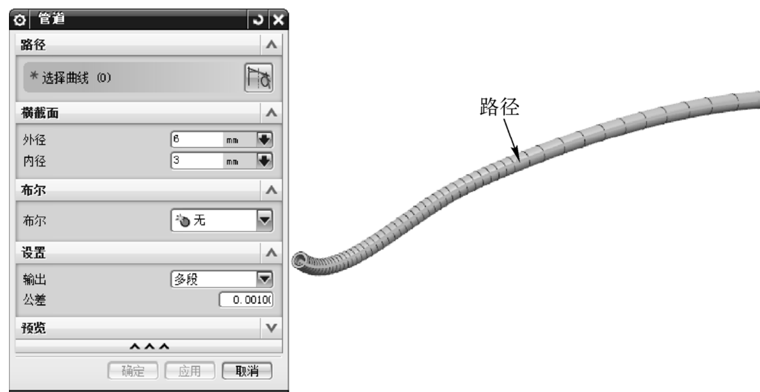


图 5-54 “管道”示意图

- 单段：只具有一个或两个侧面，此侧面为 B 曲面。如果内直径是零，那么管具有一个侧面，如图 5-55a 所示。
- 多段：沿着引导线串扫成一系列侧面，这些侧面可以是柱面或环面，如图 5-55b 所示。



a)　　b)

图 5-55 “输出”示意图

a) 单段　b) 多段

5.5 综合实例——轴承座

轴承座由三部分组成，轴套、轴承座支撑部分和底座部分。轴套由圆柱体上创建简单孔

生成，支撑部分由草图曲线拉伸生成，底座部分由面拉伸生成，模型如图 5-56 所示。

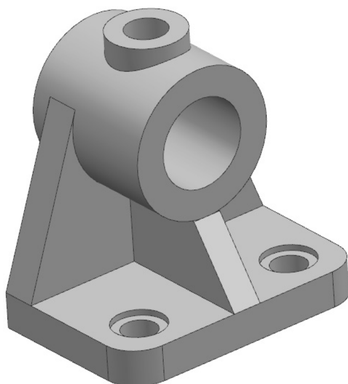


图 5-56 轴承座



光盘\视频教学\第 5 章\轴承座.avi



操作步骤

1．新建文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令或者依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，在模型选项卡中选择适当的模板，文件名为 zhouchengzuo，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，打开如图 5-57 所示的“圆柱”对话框。

（2）选择“轴、直径和高度”类型，在“指定矢量”下拉列表中选择“ZC 轴”图标。

（3）单击“点对话框”按钮，在打开的“点”对话框中输入坐标点（0，0，0），单击“确定”按钮。

（4）返回“圆柱”对话框，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“50”“50”，单击“确定”按钮，以原点为中心生成圆柱体，如图 5-58 所示。

3．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，打开如图 5-59 所示“基准平面”对话框。

（2）选择“XC-YC 平面”类型，单击“应用”按钮，完成基本基准面 1 的创建。

（3）选择“XC-ZC 平面”，单击“应用”按钮，完成基准平面 2 的创建。

（4）选择“YC-ZC 平面”，单击“确定”按钮，完成基准平面 3 的创建，结果如图 5-60 所示。

4．创建凸台

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令或依次单击“主页”→“特

征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，打开如图 5-61 所示的“凸台”对话框。



图 5-57 “圆柱”对话框

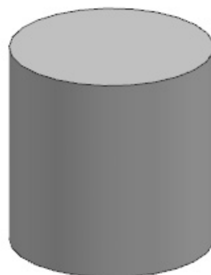


图 5-58 创建圆柱体



图 5-59 “基准平面”对话框

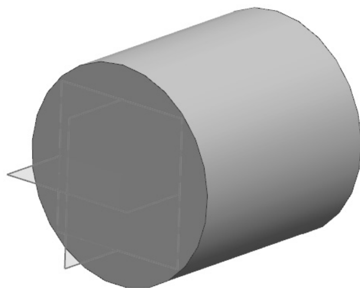


图 5-60 创建基准平面

（2）在“直径”“高度”和“锥角”文本框中分别输入“26”“30”“0”，按系统提示选择“XC-ZC 基准平面”为放置面，单击“确定”按钮，生成凸台。

（3）打开如图 5-62 所示的“定位”对话框，在对话框中单击“垂直”图标，打开垂直的定位对话框。按系统提示选择“XC-YC 基准平面”为定位对象，输入参数值“26”，单击“应用”按钮，继续选择“YC-ZC 基准平面”，输入参数值“0”，单击“确定”按钮，完成凸台的创建，生成模型如图 5-63 所示。

5．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，或者依次单击“主页”→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，打开“基准平面”对话框，如图 5-64 所示。

（2）选择“XC-YC 平面”类型，在“距离”文本框中输入“7”，单击“确定”按钮，完

成基准平面 4 的创建，如图 5-65 所示。



图 5-61 “凸台”对话框



图 5-62 “定位”对话框

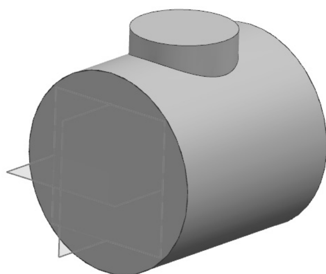


图 5-63 创建凸台



图 5-64 “基准平面”对话框

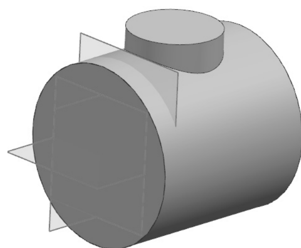


图 5-65 创建基准平面 4

6．创建草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，打开如图 5-66 所示的“创建草图”对话框。

（2）选择基准平面 4 为草图绘制面，单击“确定”按钮，进入草图绘制阶段，绘制如图 5-67 所示的草图。



图 5-66 “创建草图”对话框

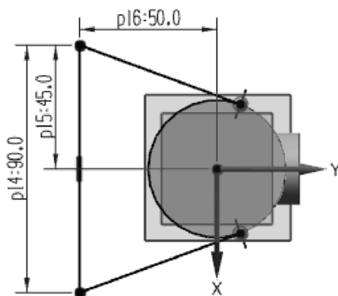


图 5-67 绘制草图

（3）单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，返回建模模块。

7．创建拉伸

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开如图 5-68 所示的“拉伸”对话框。

（2）选择上步创建的草图为拉伸曲线，在“指定矢量”下拉列表中选择 *ZC* 轴为拉伸方向。

（3）开始距离和结束距离分别设置为“0”和“12”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统自动选择圆柱体，单击“确定”按钮，完成拉伸操作，如图 5-69 所示。

8．创建草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择 *YC-ZC* 平面为草图绘制面，单击“确定”按钮，进入草图绘制阶段，绘制如图 5-70 所示的草图。



图 5-68 “拉伸”对话框

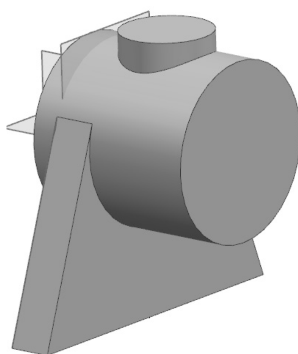


图 5-69 创建拉伸

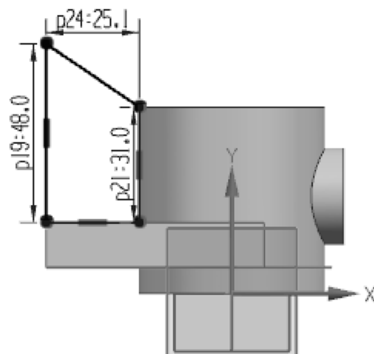


图 5-70 绘制草图

（3）依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，返回建模模块。

9．创建拉伸

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开如图 5-71 所示的“拉伸”对话框。

（2）选择上步创建的草图为拉伸曲线，在“指定矢量”下拉列表中选择 *XC* 轴为拉伸方向，选择“对称值”方式，输入距离“5”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，单击“确定”按钮，完成拉伸操作，如图 5-72 所示。

10．创建草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）平面方法选择“现有平面”，选择如图 5-72 所示的面 1 为草图绘制面，单击“确定”

按钮，进入草图绘制阶段，绘制如图 5-73 所示的草图。



图 5-71 “拉伸”对话框

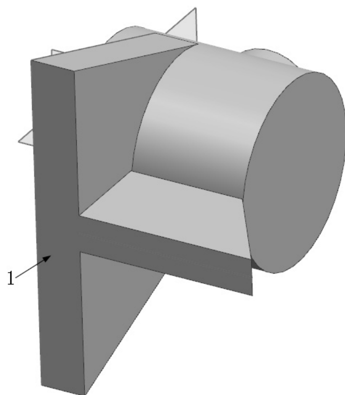


图 5-72 创建拉伸体

（3）依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，返回建模模块。

11．创建拉伸

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开“拉伸”对话框。

（2）选择已创建的草图为拉伸曲线，在“指定矢量”下拉列表中选择“-YC”轴为拉伸方向，开始距离和结束距离分别设置为“0”和“12”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统自动选择圆柱体，单击“确定”按钮，完成拉伸操作，如图 5-74 所示。

12．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“圆柱”图标，打开如图 5-75 所示的“圆柱”对话框。

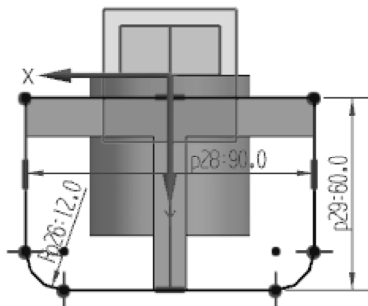


图 5-73 绘制草图

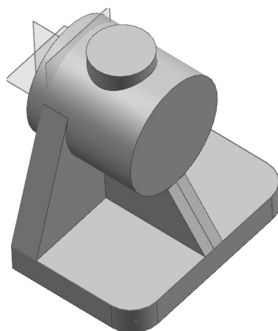


图 5-74 创建拉伸体

（2）选择“轴、直径和高度”类型，在“指定矢量”下拉列表框中选择“-YC”轴。

（3）在“指定点”下拉列表中选择“圆弧中心”⊙，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“14”和“30”。捕捉如图 5-76 所示的凸台的上表面圆心为圆柱体位置，在“布尔”下拉列表中选择“求差”，系统自动选择圆柱体，单击“确定”按钮，生成模型如图 5-77 所示。



图 5-75 “孔”对话框

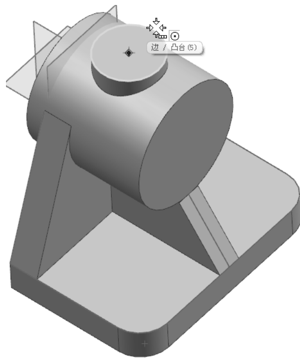


图 5-76 捕捉圆心

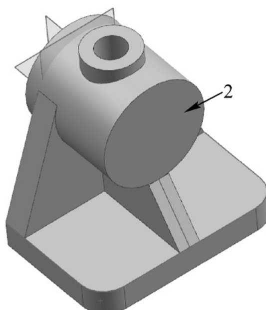


图 5-77 创建孔

13．创建草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“在任务环境中绘制草图”命令或者依次单击“曲线”选项卡→“在任务环境中绘制草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）平面方法选择“现有平面”，选择如图 5-77 所示的面 2 为草图绘制面，单击“确定”按钮，进入草图绘制阶段，绘制如图 5-78 所示的草图。

（3）依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，返回建模模块。

14．创建拉伸

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开“拉伸”对话框。

（2）选择上步创建的草图为拉伸曲线，在“指定矢量”下拉列表中选择“-ZC”轴为拉伸方向。

（3）开始距离和结束距离分别设置为“0”和“50”，在“布尔”下拉列表中选择“求差”，系统自动选择圆柱体，单击“确定”按钮，完成拉伸操作，如图 5-79 所示。

15．创建圆孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，打开如图 5-80 所示的“孔”对话框。

（2）选择“沉头”成形，在“沉头直径”“沉头深度”“直径”和“深度”文本框中分别输入“18”“2”“12”和“20”。

（3）单击“绘制截面”按钮，选择如图 5-79 所示的面 3 为草图绘制面，绘制如图 5-81 所示的草图，依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标。

（4）返回“孔”对话框，单击“确定”按钮，完成孔的创建，如图 5-82 所示。

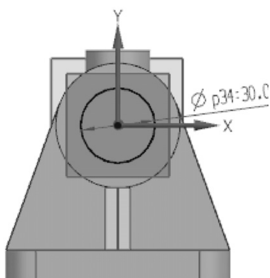


图 5-78 捕捉圆心

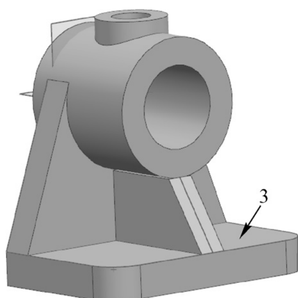


图 5-79 创建孔



图 5-80 “孔”对话框

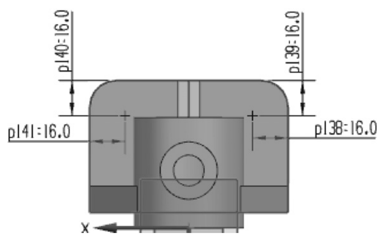


图 5-81 绘制草图

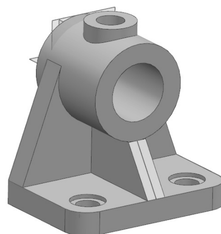


图 5-82 创建沉头孔

16．隐藏草图和基准

（1）选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“隐藏”命令，打开“类选择”对话框。

（2）单击“类型过滤器”按钮，系统打开如图 5-83 所示的“按类型选择”对话框，选择“草图”和“基准”选项，单击“确定”按钮。

（3）返回“类选择”对话框，单击“全选”按钮，选择视图中所有的草图和基准。单击“确定”按钮，草图和基准被隐藏，如图 5-84 所示。



图 5-83 “按类型选择”对话框

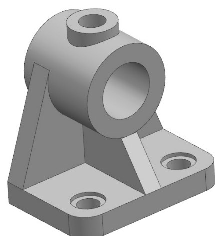


图 5-84 隐藏草图和基准

第 6 章

创建成形和工程特征

UG NX 9.0 是一个以三维建模为主的大型软件，提供了块体、柱体、锥体、球体、管体、孔、圆形凸台、型腔、凸垫、键槽、环形槽，而且将基于约束的特征造型功能和弹出的直接几何造型功能无缝地集合为一体，采用了最强大的复合建模功能，使用户可以充分利用集成在先进的参数化特征造型环境中的传统实体。

6.1 创建成形特征

本节主要介绍孔、凸台、腔体、垫块、键槽、槽、三角形加强筋和螺纹等设计特征。

6.1.1 孔

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，打开如图 6-1 所示的“孔”对话框。

关于“孔”对话框中选项的介绍如下。

（1）常规孔：该选项用于创建常规孔。图 6-1 中，“成形”下拉列表中有 4 个选项。

- 简单：选中该选项后，让用户以指定的直径、深度和顶锥角生成一个简单的孔，如图 6-2 所示。



图 6-1 “孔”对话框

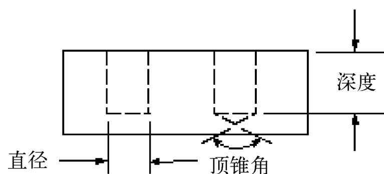


图 6-2 “简单”示意图

- 沉头：选中该选项后，“形状和尺寸”卷展栏变换为如图 6-3 所示，让用户以指定的孔直径、孔深度、顶锥角、沉头直径和沉头深度生成一个沉头孔，如图 6-4 所示。
- 埋头：选中该选项后，“形状和尺寸”卷展栏变换为如图 6-5 所示，让用户以指定的孔直径、孔深度、顶锥角、埋头直径和埋头角度生成一个埋头孔，如图 6-6 所示。
- 锥形：选中该选项后，“形状和尺寸”卷展栏变换为如图 6-7 所示，让用户以指定的孔直径、锥角和孔深度生成一个锥形孔。





图 6-3 “沉头孔”窗口

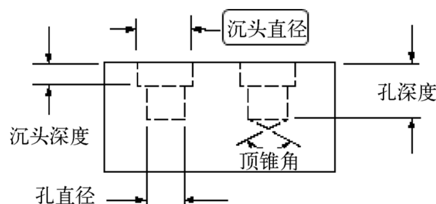


图 6-4 “沉头孔”示意图



图 6-5 “埋头”窗口

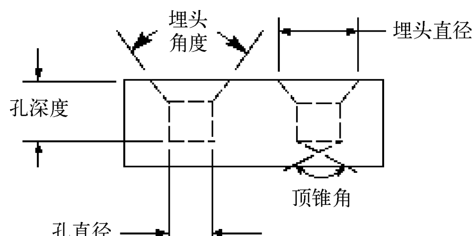


图 6-6 “埋头孔”示意图

（2）钻形孔：使用 ANSI 或 ISO 标准创建简单钻形孔特征。

（3）螺钉间隙孔：创建简单、沉头或埋头通孔，为具体应用而设计。

（4）螺纹孔：创建螺纹孔，其尺寸标注由标准、螺纹尺寸和径向进刀定义。

（5）孔系列：创建起始、中间和结束孔尺寸一致的多形状、多目标体的对齐孔。



图 6-7 “锥形”窗口

6.1.2 凸台

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，打开如图 6-8 所示的“凸台”对话框，让用户能在平面或基准面上生成一个简单的凸台，如图 6-9 所示。



图 6-8 “凸台”对话框

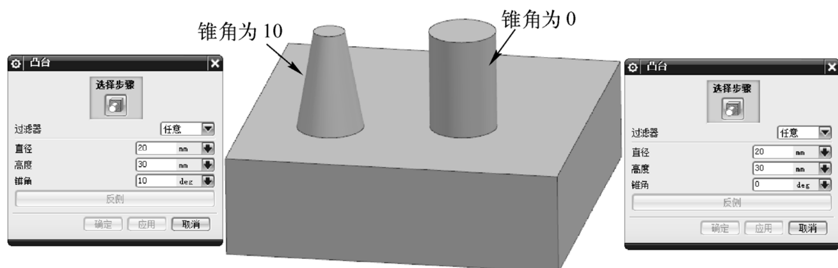


图 6-9 “凸台”示意图

“凸台”对话框中各选项的功能如下。

（1）过滤器：通过限制可用的对象类型帮助用户选择需要的对象。下拉列表中有以下 3 个选项：任意、面和基准平面。

（2）直径：用于输入凸台直径的值。

（3）高度：用于输入凸台高度的值。

（4）锥角：用于输入凸台的柱面壁向内倾斜的角度。该值可正可负。零值产生没有锥度的垂直圆柱壁。

（5）反侧：如果选择了基准面作为放置平面，则此按钮可用。单击此按钮使当前方向矢量反向，同时重新生成凸台的预览。

6.1.3 腔体

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“腔体”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“腔体”图标，打开如图 6-10 所示的“腔体”对话框，让用户在现有体上生成一个型腔。

“腔体”对话框中各选项的功能如下。

（1）圆柱形：选中该选项，在选定放置平面后，系统会打开如图 6-11 所示的“圆柱形腔体”对话框。该选项让用户定义一个圆形的腔体，有一定的深度，有或没有圆角的底面，具有直面或斜面，如图 6-12 所示。



图 6-10 “腔体”对话框



图 6-11 “圆柱形腔体”对话框

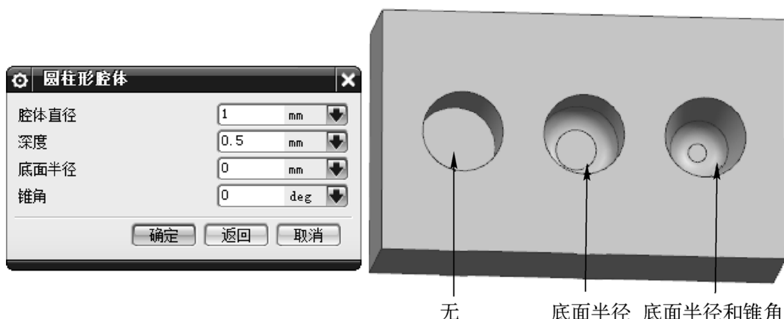


图 6-12 “圆柱形”示意图

“圆柱形腔体”对话框中各选项的功能如下。

- 腔体直径：是指腔体的直径。
- 深度：是指沿指定方向矢量从原点测量的腔体深度。
- 底面半径：是指腔体底边的圆形半径。此值必须等于或大于零。

● 锥角：是指应用到腔壁的拔模角。此值必须等于或大于零。

 注意：

深度值必须大于底半径。

（2）矩形：选中该选项，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6-13 所示的“矩形腔体”对话框。该选项让用户定义一个矩形的腔体，按照用户指定的长度、宽度和深度，以及拐角处和底面上的半径。该矩形腔体具有直边或锥边（如图 6-14 所示）。



图 6-13 “矩形腔体”对话框

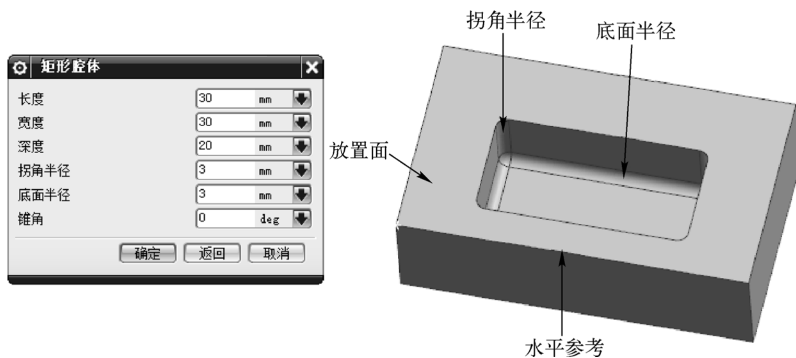


图 6-14 “矩形腔体”示意图

“矩形腔体”对话框中各选项的功能如下。

● 长度/宽度/深度：分别用于输入腔体的长度/宽度/高度值。
● 拐角半径：是指腔体竖直边的圆半径（大于或等于零）。
● 底面半径：是指腔体底边的圆半径（大于或等于零）。
● 锥角：腔体的四壁以这个角度向内倾斜。该值不能为负。零值会生成竖直的壁。

 注意：

拐角半径必须大于或等于底半径。

（3）常规：选中该选项后，系统会打开如图 6-15 所示的“常规腔体”对话框。与“圆柱形”和“矩形”腔体选项相比，该选项所定义的腔体具有更大的灵活性（如图 6-16 示）。

以下是“常规腔体”的一些独有特性。

● 常规腔体的放置面可以是自由形式的面，而不像其他腔体选项那样，要严格地是一个

平面。



图 6-15 “常规腔体”对话框

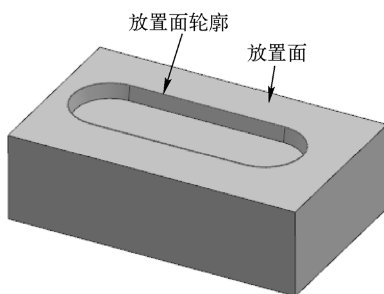


图 6-16 “常规腔体”示意图

- 腔体的底部通过底面进行定义，如果需要的话，底面也可以是自由形式的面。
- 通过曲线链定义腔体顶部和/或底部的形状。曲线不一定位于选中面上。如果没有位于选中面上，它们将按照用户选定的方式投影到面上。

“常规腔体”对话框中部分选项的功能如下。

1）选择步骤：其下有 10 个选项供选择。

- 放置面：该选项是一个或多个选中的面，或是单个平面或基准平面。腔体的顶面会遵循放置面的轮廓曲线。必要的话，将放置面轮廓曲线投影到放置面上。如果没有指定可选的目标体，第一个选中的面或相关的基准平面会标识出要放置腔体的实体或片体（如果选择了固定的基准平面，则必须指定目标体）。面的其余部分可以来自于部件中的任何体。
- 放置面轮廓：该选项是在放置面上构成腔体顶部轮廓的曲线。放置面轮廓曲线必须是连续的（即端到端相连）。
- 底面：该选项是一个或多个选中的面，或是单个平面或基准平面，用于确定腔体的底部。选择底面的步骤是可选的，腔体的底部可以由放置面偏置而来。
- 底面轮廓曲线：该选项是底面上腔体底部的轮廓线。与放置面轮廓一样，底面轮廓线中的曲线（或边）必须是连续的。
- 目标体：如果希望腔体所在的体与第一个选中的放置面所属的体不同，则选择“目标体”。这是一个可选的选择，如果没有选择目标体，则将由放置面进行定义。
- 放置面轮廓线投影矢量：如果放置面轮廓曲线已经不在放置面上，则该选项用于指定如何将它们投影到放置面上。
- 底面平移矢量：该选项指定了放置面或选中底面平移的方向。

- 底面轮廓投影矢量：如果底部轮廓曲线已经不在底面上，则底面轮廓投影矢量指定如何将它们投影到底面上。其他用法与“放置面轮廓投影矢量”类似。
- 放置面上的对齐点：该选项是在放置面轮廓曲线上选择的对齐点。
- 底面对齐点：该选项是在底面轮廓曲线上选择的对齐点。

2）轮廓对齐方法：如果选择了放置面轮廓和底面轮廓，则可以指定对齐放置面轮廓曲线和底面轮廓曲线的方式。

3）放置面半径：该选项定义放置面（腔体顶部）与腔体侧面之间的圆角半径。

- 恒定：用户为放置面半径输入恒定值。
- 规律控制：用户通过为底部轮廓定义规律来控制放置面半径。

4）底面半径：该选项定义腔体底面（腔体底部）与侧面之间的圆角半径。

5）拐角半径：该选项定义放置在腔体拐角处的圆角半径。拐角位于两条轮廓曲线/边之间的运动副处，这两条曲线/边的切线偏差的变化范围要大于角度公差。

6）附着腔体：该选项将腔体缝合到目标片体，或由目标实体减去腔体。如果没有选择该选项，则生成的腔体将成为独立的实体。

6.1.4 垫块

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“垫块”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“垫块”图标，打开如图 6-17 所示的“垫块”对话框，让用户在已有实体上生成垫块。

“垫块”对话框中各选项的功能如下。

（1）矩形：选中该选项，在选定放置平面及水平参考面后，系统打开如图 6-18 所示的“矩形垫块”对话框。让用户定义一个有指定长度、宽度和深度，在拐角处有指定半径，具有直面或斜面的垫块，如图 6-19 所示。



图 6-17 “垫块”对话框



图 6-18 “矩形垫块”对话框

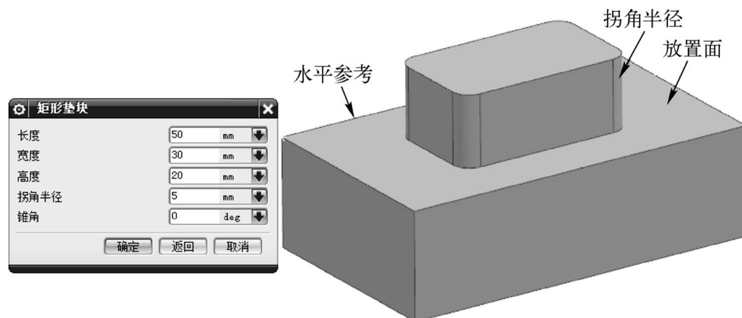


图 6-19 创建矩形垫块示意图

（2）常规：选中该选项后，系统会打开如图 6-20 所示的“常规垫块”对话框。与矩形垫块相比，该选项所定义的垫块具有更大的灵活性。该选项各功能与“腔体”的“常规”选项类似，此处从略，示意图如图 6-21 所示。



图 6-20 “常规垫块”对话框

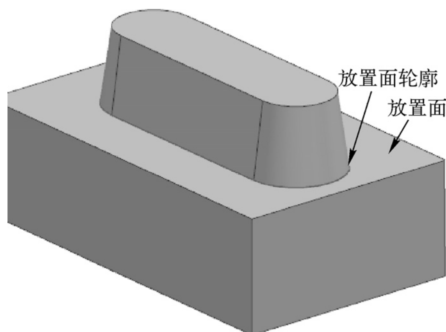


图 6-21 常规示意图

6.1.5 键槽

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“键槽”命令或单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“键槽”图标，打开如图 6-22 所示的“键槽”对话框。该选项让用户生成一个直槽的通道通过实体或通到实体里面。在当前目标实体上自动在菜单栏中选择减去操作。所有槽类型的深度值按垂直于平面放置面的方向测量。

“键槽”对话框中各选项的功能如下。

（1）矩形槽：选中该单选按钮，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6-23 所示的“矩形键槽”对话框。该选项让用户沿着底边生成有尖锐边缘的槽，示意图如图 6-24 所示。

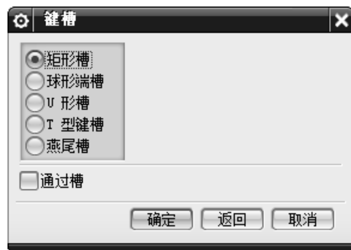


图 6-22 “键槽”对话框



图 6-23 “矩形键槽”对话框

- 长度：指槽的长度，按照平行于水平参考的方向测量。此值必须是正的。
- 宽度：指槽的宽度值。

- 深度：指槽的深度，按照和槽的轴相反的方向测量，是从原点到槽底面的距离。此值必须是正的。

（2）球形端槽：选中该单选按钮，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6-25 所示的“球形键槽”对话框。该选项让用户生成一个有完整半径底面和拐角的槽，如图 6-26 所示。

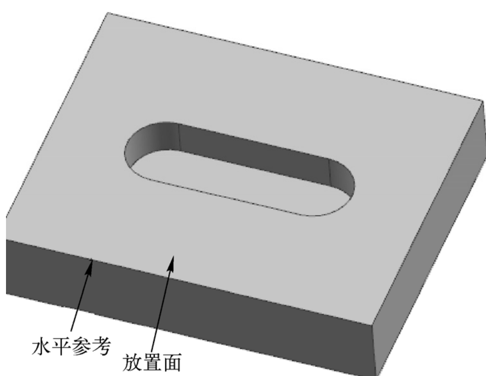


图 6-24 “矩形键槽”示意图



图 6-25 “球形键槽”对话框

（3）U 形槽：选中该单选按钮，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6-27 所示的“U 形键槽”对话框。可以用此选项生成 U 形的槽。这种槽留下圆的转角和底面半径，示意图如图 6-28 所示。

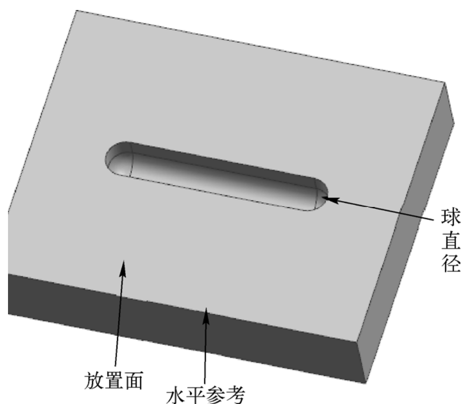


图 6-26 “球形键槽”示意图



图 6-27 “U 形键槽”对话框

- 宽度：槽的宽度（即切削工具的直径）。
- 深度：指槽的深度，在槽轴的反方向测量，即从原点到槽底的距离。这个值必须为正。
- 拐角半径：指槽的底面半径（即切削工具边半径）。
- 长度：指槽的长度，在平行于水平参考的方向上测量。这个值必须为正。

 注意：

深度值必须大于拐角半径值。

（4）T 形键槽：选中该单选按钮，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6–29 所示的“T 形键槽”对话框。该选项能够生成横截面为倒 T 字形的槽，示意图如图 6–30 所示。

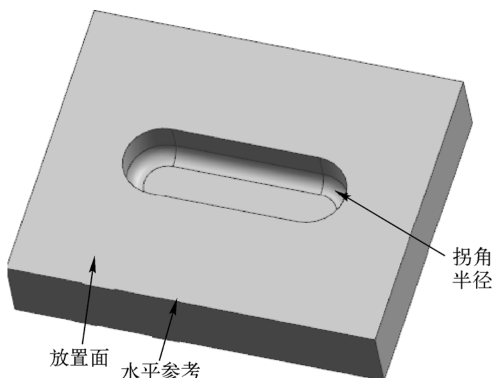


图 6–28 “U 形键槽”示意图



图 6–29 “T 形键槽”对话框

- 顶部宽度：指槽的较窄的上部宽度。
- 顶部深度：指槽顶部的深度，在槽轴的反方向上测量，即从槽原点到底部深度值顶端的距离。
- 底部宽度：指槽的较宽的下部宽度。
- 底部深度：指槽底部的深度，在刀轴的反方向上测量，即从顶部深度值的底部到槽底的距离。
- 长度：指槽的长度，在平行于水平参考的方向上测量。这个值必须为正。

 **注意：**

底部宽度值要大于顶部宽度值。

（5）燕尾槽：选中该单选按钮，在选定放置平面及水平参考面后，系统会打开如图 6–31 所示的“燕尾槽”对话框。该选项用于生成“燕尾”形的槽。这种槽留下尖锐的角和有角度的壁，示意图如图 6–32 所示。

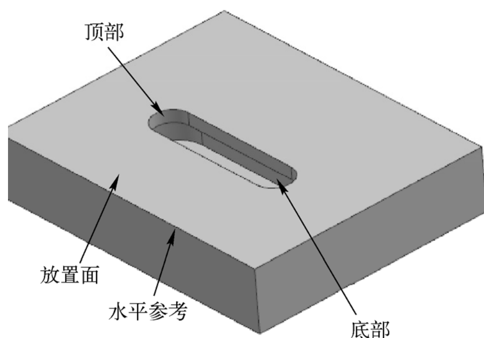


图 6–30 “T 形键槽”示意图



图 6–31 “燕尾槽”对话框

- 宽度：指实体表面上槽的开口宽度，在垂直于槽路径的方向上测量，以槽的原点为中心。

- 深度：指槽的深度，在刀轴的反方向测量，即从原点到槽底的距离。
- 角度：指槽底面与侧壁的夹角。
- 长度：指槽的长度，在平行于水平参考的方向上测量。这个值必须为正。

（6）通过槽：若该复选框，则生成一个完全通过两个选定面的槽。有时，如果在生成特殊的槽时碰到麻烦，尝试按相反的顺序选择通过面，如图 6-33 所示。槽可能会多次通过选定的面，这依赖于选定面的形状。

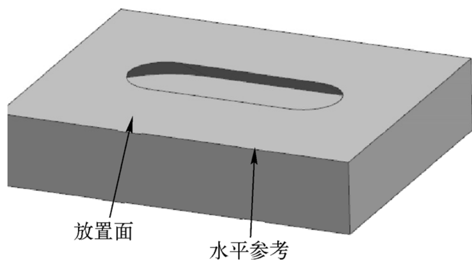
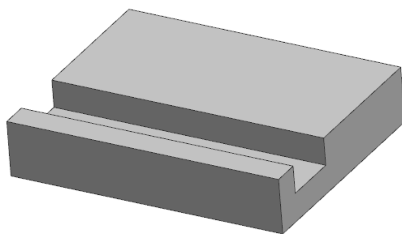


图 6-32 “燕尾槽”示意图


图 6-33 “通过槽”示意图

6.1.6 槽

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“槽”命令或单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“槽”图标，打开如图 6-34 所示的“槽”对话框。



图 6-34 “槽”对话框

该选项让用户在实体上生成一个槽，就好像一个成形刀具在旋转部件上向内（从外部定位面）或向外（从内部定位面）移动，如同车削操作。

该选项只在圆柱形或圆锥形的面上起作用。旋转轴是选中面的轴。槽在选择该面的位置（选择点）附近生成并自动连接到选中的面上。

“槽”对话框中各选项的功能如下。

（1）矩形：选中该选项，在选定放置平面后，系统会打开如图 6-35 所示的“矩形槽”对话框。该选项让用户生成一个周围为尖角的槽，示意图如图 6-36 所示。



图 6-35 “矩形槽”对话框

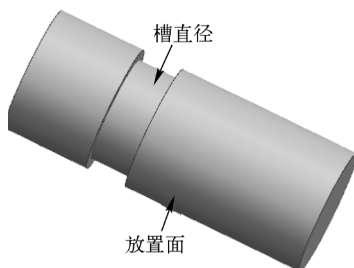


图 6-36 “矩形槽”示意图

- 槽直径：生成外部槽时，指定槽的内径，而当生成内部槽时，指定槽的外径。

● 宽度：指槽的宽度，沿选定面的轴向测量。

（2）球形端槽：选中该选项，在选定放置平面后，系统会打开如图 6-37 所示的“球形端槽”对话框。该选项让用户生成底部有完整半径的槽，示意图如图 6-38 所示。



图 6-37 “球形端槽”对话框

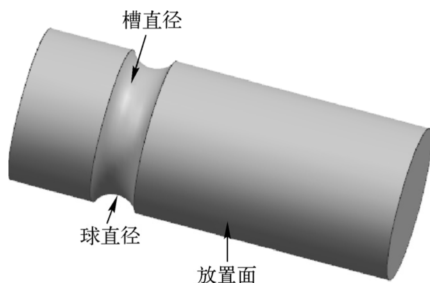


图 6-38 “球形端槽”示意图

● 槽直径：生成外部槽时，指定槽的内径，而当生成内部槽时，指定槽的外径。
● 球直径：指槽的宽度。

（3）U 形沟槽：选中该选项，在选定放置平面后，系统会打开如图 6-39 所示的“U 形槽”对话框。该选项让用户生成在拐角有半径的槽，示意图如图 6-40 所示。

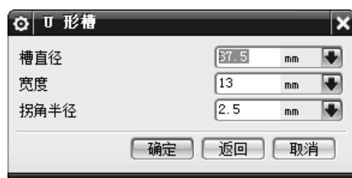


图 6-39 “U 形槽”对话框

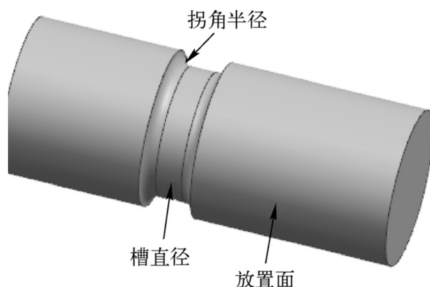


图 6-40 “U 形槽”示意图

● 槽直径：生成外部槽时，指定槽的内部直径，而当生成内部槽时，指定槽的外部直径。
● 宽度：槽的宽度，沿选择面的轴向测量。
● 拐角半径：指槽的内部圆角半径。

6.1.7 螺纹

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“螺纹”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“螺纹”图标，打开如图 6-41 所示的“螺纹”对话框。该选项能在具有圆柱面的特征上生成符号螺纹或详细螺纹。这些特征包括孔、圆柱、凸台以及圆周曲线扫掠产生的减去或增添部分。

（1）螺纹类型：用于设置螺纹类型。其下有 2 个单选按钮。

● 符号：该类型螺纹以虚线圆的形式显示在要攻螺纹的一个或几个面上。符号螺纹使用外部螺纹表文件（可以根据特殊螺纹要求来定制这些文件），以确定默认参数。符号

螺纹一旦生成，就不能复制或阵列，但在生成时可以生成多个复制和可阵列复制，如图 6-42 所示。



图 6-41 “螺纹”对话框

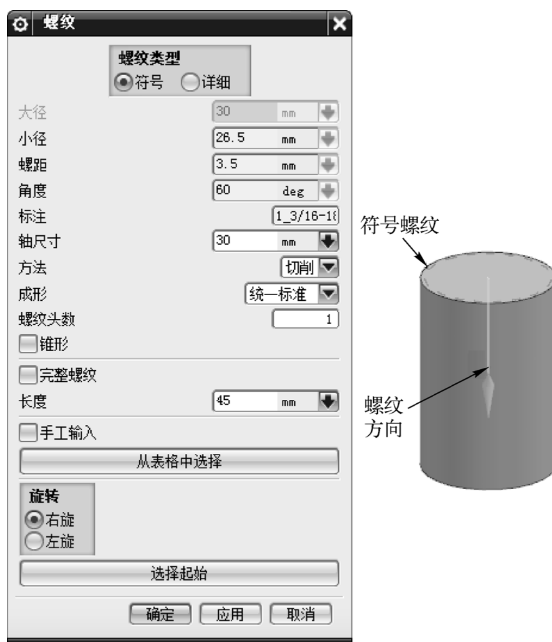


图 6-42 “符号螺纹”示意图

● 详细：该类型螺纹在实际生活中更常见，如图 6-43 所示，但由于其几何形状及显示

的复杂性，生成和更新都需要长得多的时间。详细螺纹使用内嵌的默认参数表，可以在生成后复制或引用。详细螺纹是完全关联的，如果特征被修改，螺纹也相应更新。

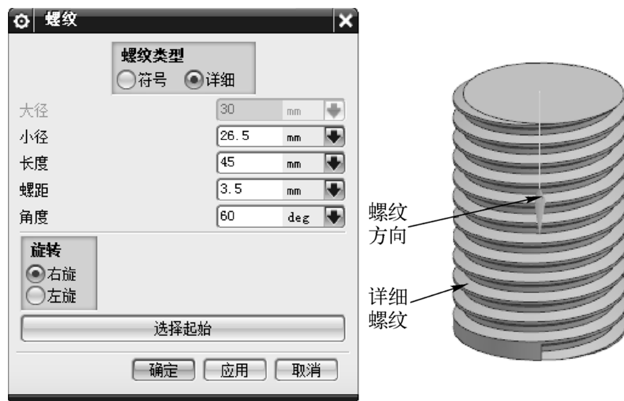


图 6-43 “详细螺纹”示意图

（2）大径：为螺纹的最大直径。对于符号螺纹，提供默认值的是查找表。对于符号螺纹，这个直径必须大于圆柱面直径。只有当“手工输入”选项打开时，用户才能在这个字段中为符号螺纹输入值。

（3）小径：指螺纹的最小直径。

（4）螺距：指从螺纹上某一点到下一螺纹的相应点之间的距离，平行于轴测量。

（5）角度：指螺纹的两个面之间的夹角，在通过螺纹轴的平面内测量。

（6）标注：引用为符号螺纹提供默认值的螺纹表条目。当“螺纹类型”是“详细”，或者对于符号螺纹而言“手工输入”选项可选时，该选项不出现。

（7）轴尺寸：轴尺寸出现于外部符号螺纹；丝锥尺寸出现于内部符号螺纹。

（8）方法：该选项用于定义螺纹加工方法，如 Rolled（滚动）、Cut（切削）、Milled（接地）和 Ground（铣）。选择可以由用户在用户默认值中定义，也可以不同于这些例子。该选项只出现于“符号”螺纹类型。

（9）螺纹头数：该选项用于指定是要生成单头螺纹还是生成多头螺纹。

（10）锥形：若勾选此复选框，则符号螺纹带锥度。

（11）完整螺纹：若勾选此复选框，则当圆柱面的长度改变时符号螺纹将更新。

（12）长度：从选中的起始面到螺纹终端的距离，平行于轴测量。对于符号螺纹，提供默认值的是查找表。

（13）手工输入：该选项为某些选项输入值，否则这些值由查找表提供。勾选此复选框，“从表格中选择”选项不能用。

（14）从表格中选择：对于符号螺纹，该选项可以从查找表中选择标准螺纹表条目。

（15）旋转：用于指定螺纹应该是“右旋”的（顺时针）还是“左旋”的（逆时针），示意图如图 6-44 所示。

（16）选择起始：该选项通过选择实体上的一个平面或基准面来为符号螺纹或详细螺纹指定新的起始位置。单击此按钮，打开如图 6-45 所示的“螺纹”对话框，在视图中选择起始面，打开如图 6-46 所示的“螺纹”对话框。示意图如图 6-47 所示。

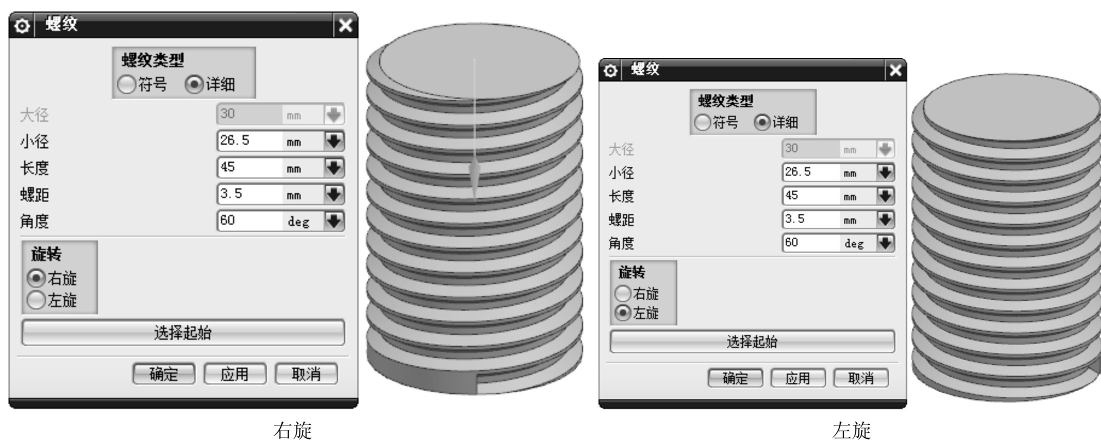


图 6-44 “旋转”示意图

- 螺纹轴反向：能指定相对于起始面攻螺纹的方向。
- 延伸通过起点：使系统生成详细螺纹直至起始面以外。
- 不延伸：使系统从起始面起生成螺纹。



图 6-45 “螺纹”对话框



图 6-46 “螺纹”对话框

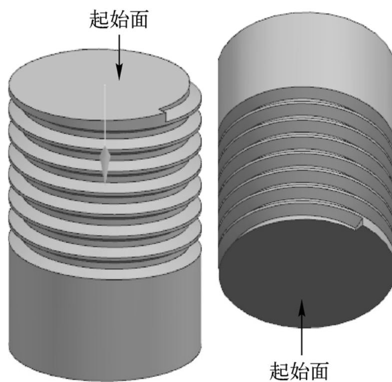


图 6-47 选择起始面

6.1.8 实例——表后端盖

首先创建圆柱体，然后对圆柱体进行倒角、孔、腔体等操作，生成表后端盖模型，如图 6-48 所示。

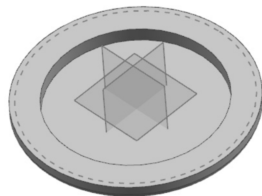


图 6-48 表后端盖图



光盘\视频教学\第 6 章\表后端盖.avi



操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令或单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“模板”选项组中选择“模型”，在“名称”文本框中输入“biaohouduangai”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令，弹出“圆柱”对话框，如图 6-49 所示。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”，在“指定矢量”下拉列表中选择（ZC 轴）为圆柱方向；单击“点对话框”按钮，在弹出的“点”对话框中设置原点坐标为（0，0，0），单击“确定”按钮。

（3）返回“圆柱”对话框，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“33”和“3”，单击“确定”按钮，生成模型如图 6-50 所示。

3．倒斜角

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，弹出“倒斜角”对话框。

（2）在“横截面”下拉列表框中选择“非对称”，在“距离 1”和“距离 2”文本框中分别输入“1”和“3”，如图 6-51 所示。



图 6-49 “圆柱”对话框

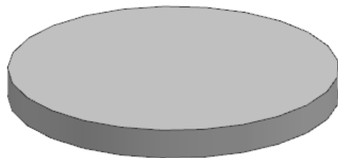


图 6-50 创建圆柱体



图 6-51 “倒斜角”对话框

（3）在视图中选择圆柱体的边为倒斜角边，如图 6-52 所示。

（4）在“倒斜角”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-53 所示。

4．边倒圆

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“边倒圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“边倒圆”图标，弹出如图 6-54 所示的“边倒圆”对话框。



图 6-52　选择倒斜角边

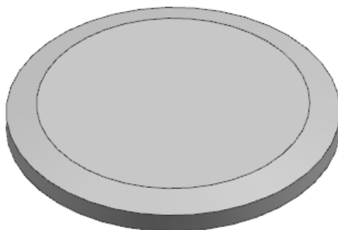


图 6-53　倒斜角



图 6-54　“边倒圆”对话框

（2）在“形状”下拉列表框中选择“圆形”。

（3）在视图中选择如图 6-55 所示要倒圆的边，并在“半径 1”文本框中输入“1”。

（4）在“边倒圆”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-56 所示。

5．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，弹出“基准平面”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”选项，单击“应用”按钮，创建基准平面 1。

（3）在“类型”下拉列表框中选择“XC-YC 平面”选项，单击“应用”按钮，创建基准平面 2。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“XC-ZC 平面”选项，单击“应用”按钮，创建基准平面 3。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“XC-YC 平面”选项，设置“距离”为 3，单击“确定”按钮，创建基准平面 4，如图 6-57 所示。

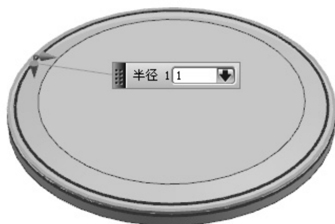


图 6-55　选择要倒圆的边

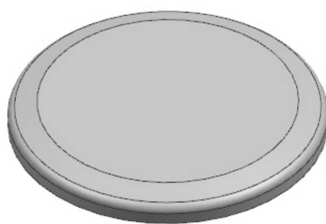


图 6-56　倒圆角

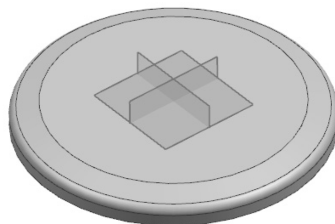


图 6-57　创建基准平面

6．创建腔体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“腔体”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“腔体”图标，弹出如图 6-58 所示的“腔体”类型选

择对话框。

（2）单击“矩形”按钮，弹出“矩形腔体”（放置面选择）对话框，选择基准平面4为腔体放置面，在弹出的“水平参考”对话框中选择基准平面3为水平参考。

（3）弹出如图6-59所示“矩形腔体”（参数设置）对话框，在“长度”“宽度”和“深度”文本框中分别输入“2”“3”和“1.5”，其他参数均设置为0，单击“确定”按钮。

（4）弹出“定位”对话框，单击“垂直”按钮，按系统提示选择基准平面3为基准，选择腔体短中心线为工具边，在弹出的“创建表达式”对话框中输入“0”，单击“应用”按钮。

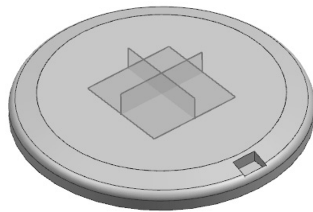
（5）选择基准平面1为基准，腔体长中心线为工具边，在弹出的“创建表达式”对话框中输入“15”，单击“确定”按钮，完成定位，创建的腔体如图6-60所示。



图6-58 “腔体”对话框



图6-59 设置矩形腔体参数


图6-60 创建腔体

7．圆形阵列

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“阵列特征”命令，或者单击“主页”选项卡→“特征”组→“阵列特征”图标，弹出如图6-61所示的“阵列特征”对话框。

（2）选择步骤6创建的腔体特征为要形成图样的特征。

（3）在“阵列定义”选项组下的“布局”下拉列表框中选择“圆形”，在“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC*轴）为阵列旋转轴。

（4）在“间距”下拉列表框中选择“数量和节距”，设置“数量”和“节距角”为“6”和“60”。单击“确定”按钮，完成圆形阵列，如图6-62所示。

8．创建螺纹

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“螺纹”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“螺纹”图标，弹出如图6-63所示的“螺纹”对话框。

（2）在“螺纹类型”选项组中选中“符号”单选按钮。

（3）选择如图6-62所示的圆柱体侧面作为螺纹的生成面。

（4）采用默认设置，单击“确定”按钮，生成的螺纹如图6-64所示。

9．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图6-65所示的“孔”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”，在“形状和尺寸”卷展栏的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）单击“点”按钮，拾取圆柱体的上边线，捕捉圆心为孔位置，如图6-66所示。





图 6-61 “阵列特征”对话框

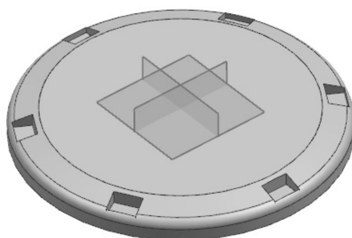


图 6-62 圆形阵列



图 6-63 “螺纹”对话框

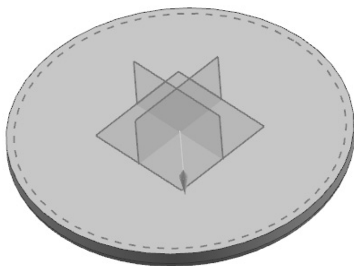


图 6-64 生成螺纹



图 6-65 “孔”对话框

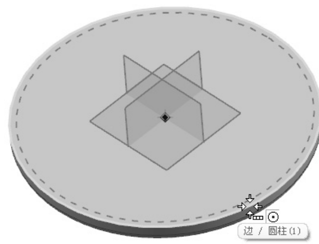


图 6-66 捕捉圆心

（4）在“孔”对话框中，将孔的“直径”“深度”和“顶锥角”分别设置为“25”“2”和“0”，单击“确定”按钮，完成简单孔的创建，如图 6-67 所示。

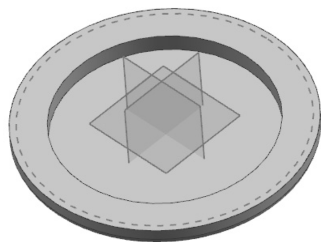


图 6-67 模型最终效果

6.2 创建工程特征

本节主要介绍“细节特征”子菜单中的特征。

6.2.1 边倒圆

选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“边倒圆”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“边倒圆”图标，打开如图 6-68 所示的“边倒圆”对话框。该选项能通过对选定的边进行倒圆来修改一个实体，示意图如图 6-69 所示。



图 6-68 “边倒圆”对话框

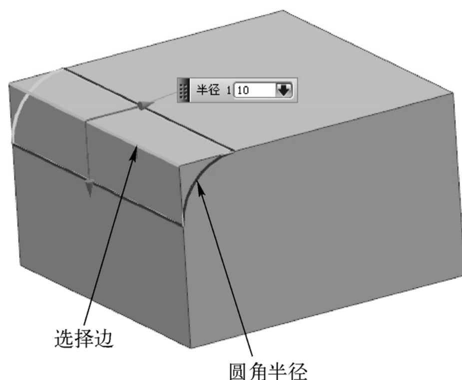


图 6-69 “边倒圆”示意图

加工圆角时，用一个圆球沿着要倒圆角的边（圆角半径）滚动，并保持紧贴相交于该边的两个面。球将圆角层除去。球将在两个面的内部或外部滚动，这取决于是要生成圆角还是要生成倒过圆角的边。

“边倒圆”对话框中各选项的功能如下。

1．要倒圆的边

选择要倒圆角的边，在打开的浮动对话栏中输入想要的半径值（必须是正值）即可。圆角沿着选定的边生成。

2．可变半径点

通过沿着选中的边缘指定多个点并输入每一个点上的半径，可以生成一个可变半径圆角，从而生成一个半径沿着其边缘变化的圆角，示意图如图 6-70 所示。

选择倒角的边，可以通过弧长取点，如图 6-71 所示。每一处边倒角系统都设置了对应的表达式，用户可以通过它进行倒角半径的调整。当在可变窗口区选取某点进行编辑时（右击

并选择“移除”命令可删除点），系统在工作绘图区显示对应点，可以动态调整。

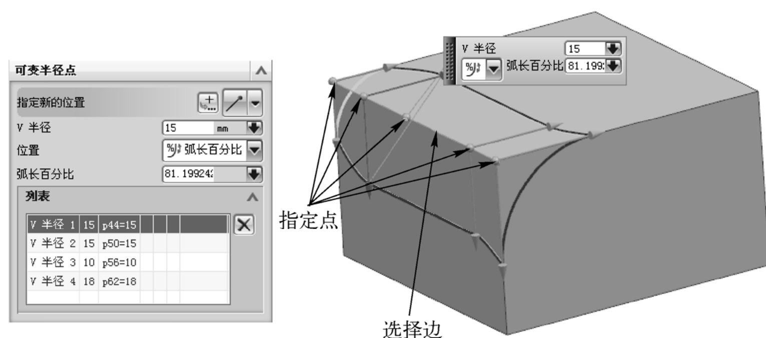


图 6-70 “可变半径点”示意图

3．拐角倒角

该卷展栏中的选项可以生成一个拐角圆角，业内称为“球状圆角”。该选项用于指定所有圆角的偏置值（这些圆角一起形成拐角），从而控制拐角的形状。拐角的用意是作为非类型表面钣金冲压的一种辅助，并不意味着要用于生成曲率连续的面。

4．拐角突然停止

该卷展栏中的选项通过添加中止倒角点，来限制边上的倒角范围，示意图如图 6-72 所示。

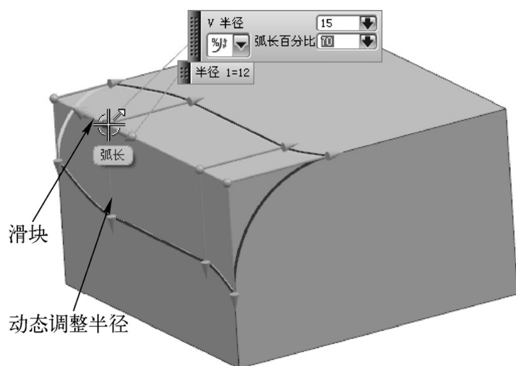


图 6-71 “调整点”示意图

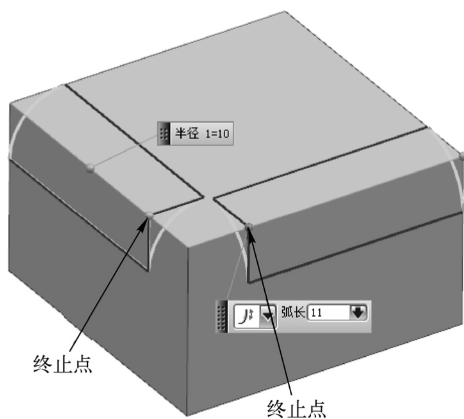


图 6-72 “拐角突然停止”示意图

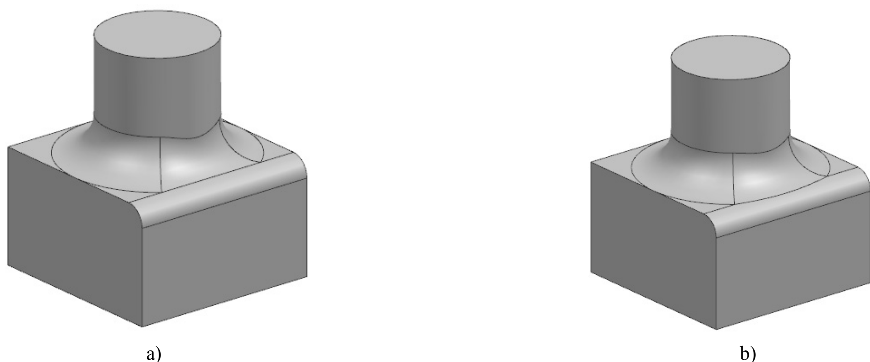
5．溢出解

在生成边缘圆角时控制溢出的处理方法。

（1）在光顺边上滚动：该复选框允许用户倒角遇到另一表面时，实现光滑倒角过渡，如图 6-73 所示。

（2）在边上滚动（光顺或尖锐）：该复选框即以前版本中的允许陡峭边缘溢出，在溢出区域保留尖锐的边缘，如图 6-74 所示。

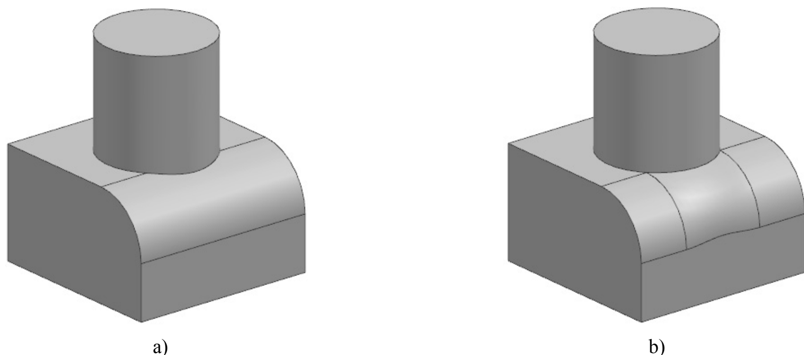
（3）保持圆角并移动锐边：该选项允许用户在倒角过程中与定义倒角边的面保持相切，并移除阻碍的边。



a)　　b)

图 6-73　在光顺边上滚动

a) 不勾选“在光顺边上滚动”复选框　b) 勾选“在光顺边上滚动”复选框



a)　　b)

图 6-74　在边上滚动（光顺或尖锐）

a) 不勾选“在边上滚动（光顺或尖锐）”复选框　b) 勾选“在边上滚动（光顺或尖锐）”复选框

6．设置

（1）在凸/凹 Y 处特殊圆角：该选项即以前版本中的柔化圆角顶点选项，允许 Y 形圆角。当相对凸面的邻近边上的两个圆角相交三次或更多次时，边缘顶点和圆角的默认外形将从一个圆角滚动到另一个圆角上，Y 形顶点圆角提供在顶点处可选的圆角形状。

（2）移除自相交：由于圆角的创建精度等原因导致了自相交面，该选项允许系统自动利用多边形曲面来替换自相交曲面。

6.2.2 面倒圆

选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“面倒角”命令或单击“主页”选项卡→“特征”组→“面倒圆”图标，打开如图 6-75 所示的“面倒圆”对话框。此选项让用户通过可选的圆角面的修剪生成一个相切于指定面组的圆角。

“面倒圆”对话框中部分选项的功能如下。

1．类型

（1）两个定义面链：选择两个面链和半径来创建圆角，示意图如图 6-76 所示。



图 6-75 “面倒圆”对话框

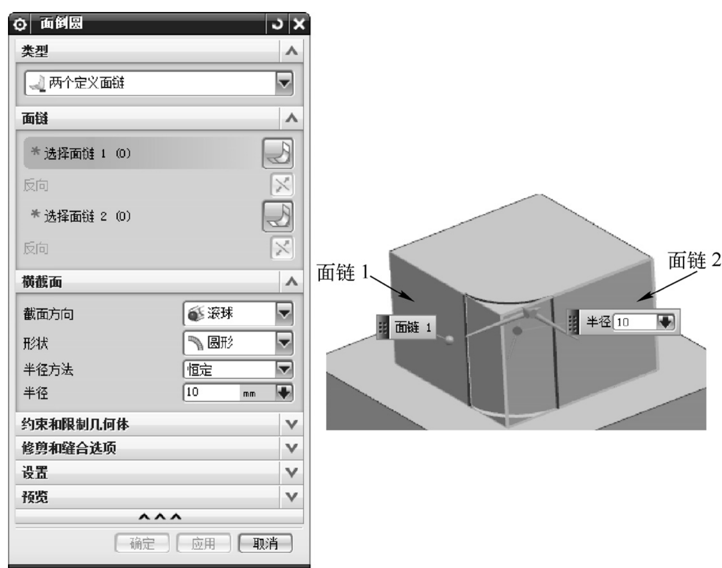


图 6-76 “两个定义面链”倒圆角

（2）三个定义面链：选择两个面链和中间面来完全倒圆角，示意图如图 6-77 所示。

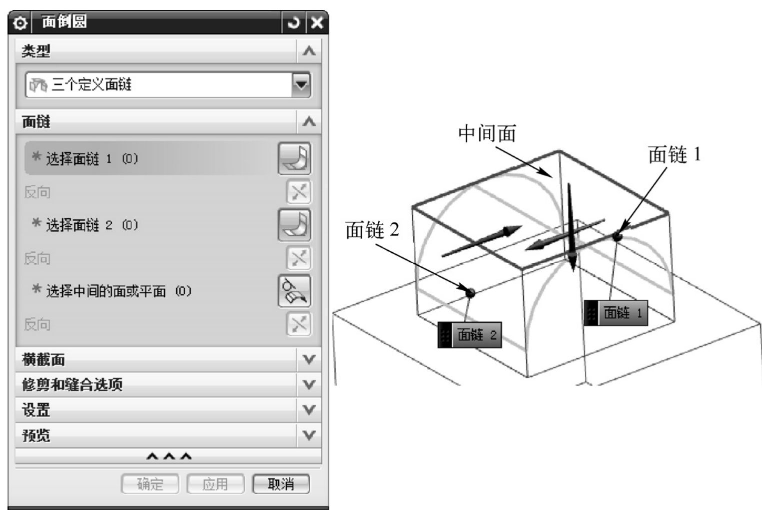


图 6-77 “三个定义面链”倒圆角

2．面链

（1）选择面链 1：用于选择面倒圆的第一个面链。

（2）选择面链 2：用于选择面倒圆的第二个面链。

3．横截面

（1）截面方向：包括“滚球”和“扫掠截面”两个选项。

- 滚球：它的横截面位于垂直于选定的两组面的平面上。
- 扫掠截面：和“滚球”选项不同的是，该选项在倒圆横截面中多了脊曲线。

（2）形状：包括“圆形”“对称二次曲线”和“不对称二次曲线”三个选项。

- 圆形：用定义好的圆盘与倒角面相切来进行倒角。
- 对称二次曲线：二次曲线面圆角具有二次曲线横截面。
- 不对称二次曲线：用两个偏置和一个 Rho 来控制横截面。还必须定义一个脊线线串来定义二次曲线截面的平面。

（3）半径方法：包括“恒定”“规律控制”和“相切约束”三个选项。

- 恒定：对于恒定半径的圆角，只允许使用正值。
- 规律控制：让用户依照规律子功能在沿着脊线曲线的单个点处定义可变的半径。
- 相切约束：通过指定位于一面墙上的曲线来控制圆角半径。在这些墙上，圆角曲面和曲线被约束为保持相切。

6.2.3 倒斜角

选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，打开如图 6-78 所示的“倒斜角”对话框。该选项通过定义所需的倒角尺寸来在实体的边上形成斜角。倒斜角的操作与倒圆角非常相似。

“倒斜角”对话框中各选项的功能如下。



图 6-78 “倒斜角”对话框

（1）对称：该选项让用户生成一个简单的倒角，它沿着两个面的偏置是相同的。必须输入一个正的偏置值，示意图如图 6-79 所示。

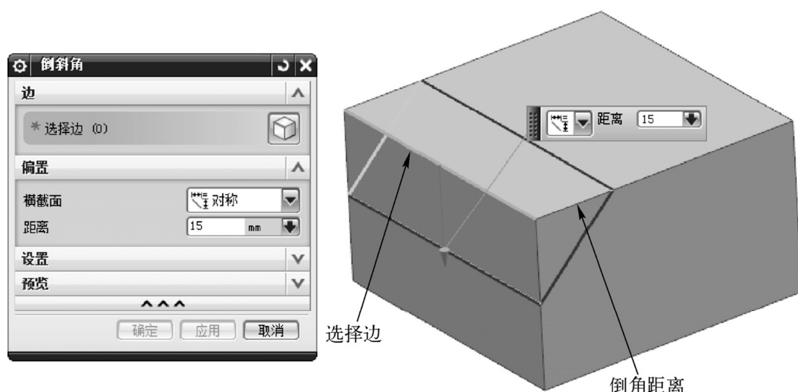


图 6-79 “对称”示意图

（2）非对称：用于与倒角边邻接的两个面分别采用不同偏置值来创建倒角，必须输入“距离 1”值和“距离 2”值。这些偏置是从选择的边沿着面测量的。这两个值都必须是正的，如图 6-80 所示。在生成倒角以后，如果倒角的偏置和想要的方向相反，可以选择“反向”。

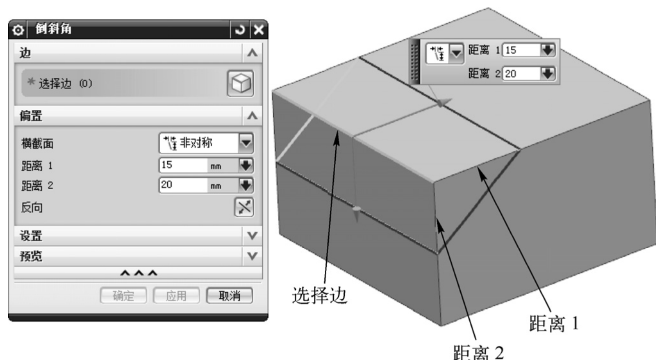


图 6-80 “非对称”示意图

（3）偏置和角度：该选项可以用一个角度来定义简单的倒角。需要输入“距离”值和“角度”值（如图 6-81 所示）。

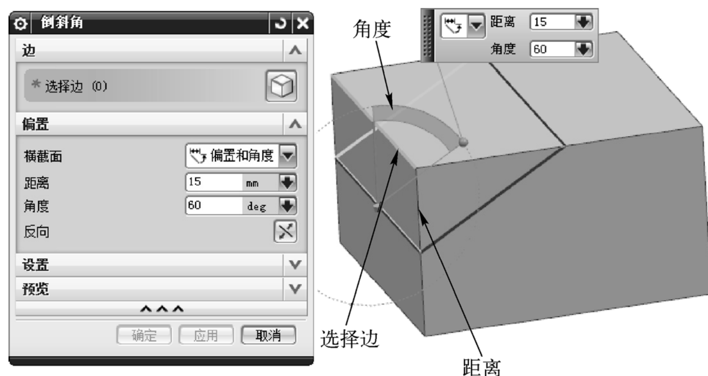


图 6-81 “偏置和角度”示意图

6.2.4 实例——分针

分针由两部分组成，首先创建长方体，然后在长方体中创建圆柱体，再通过边倒角、边倒圆和孔等操作，生成分针模型，如图 6-82 所示。

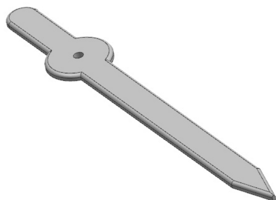


图 6-82 分针模型



光盘\视频教学\第 6 章\分针.avi



操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“模板”选项组中选择“模型”，在“名称”文本框中输入“fenzhen”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建长方体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“长方体”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“块”图标，弹出“块”对话框（如图 6-83 所示）。

（2）在“类型”下拉列表中选择“原点和边长”；在“长度（XC）”“宽度（YC）”和“高

度（ZC）”文本框中分别输入“14”“1”和“0.2”。

（3）单击“点对话框”按钮，弹出“点”对话框，设置原点坐标为（0，0，0），单击“确定”按钮。返回“块”对话框后，单击“确定”按钮，生成如图 6-84 所示的长方体。



图 6-83 “块”对话框

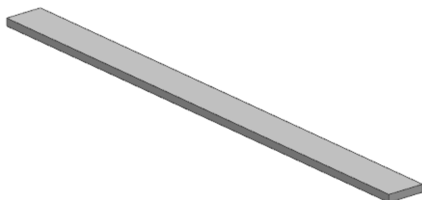


图 6-84 创建长方体

3．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“圆柱”图标，弹出“圆柱”对话框，如图 6-85 所示。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”；在“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC* 轴）；单击“点对话框”按钮，弹出“点”对话框，设置原点坐标为（3，0.5，0），单击“确定”按钮。

（3）返回“圆柱”对话框，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“2”和“0.2”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统将自动选择长方体，单击“确定”按钮，生成的圆柱体如图 6-86 所示。



图 6-85 “圆柱”对话框

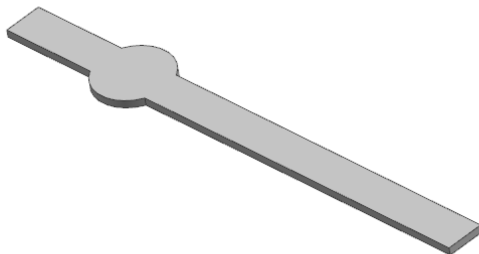


图 6-86 创建圆柱体

4．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图 6-87 所示的“孔”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项，在“形状和尺寸”卷展栏的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）单击“点”按钮，拾取圆柱体的上边线，捕捉圆心为孔位置，如图 6-88 所示。



图 6-87 “孔”对话框

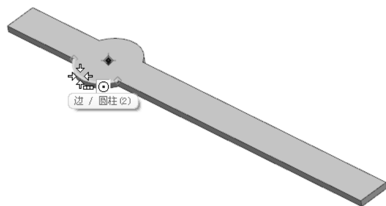


图 6-88 捕捉圆心

（4）在“孔”对话框中，设置孔的“直径”和“深度限制”分别为“0.3”和“贯通体”，单击“确定”按钮，完成简单孔的创建，如图 6-89 所示。

5．创建边倒圆

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“边倒圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“边倒圆”图标，弹出如图 6-90 所示的“边倒圆”对话框。

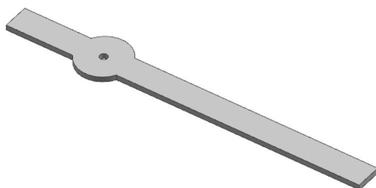


图 6-89 创建孔



图 6-90 “边倒圆”对话框

（2）在“形状”下拉列表框中选择“圆形”。

（3）在视图中选择要倒圆的边，并在“半径 1”文本框中输入“0.5”，如图 6-91 所示。

（4）在“边倒圆”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-92 所示。

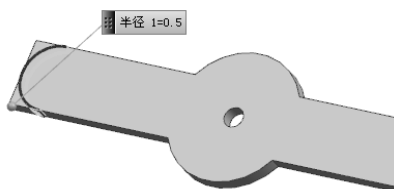


图 6-91　选择要倒圆的边

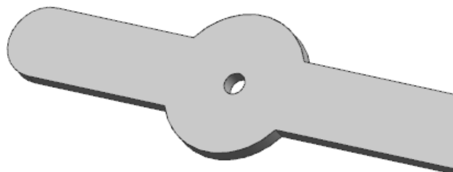


图 6-92　创建圆角

6．创建倒斜角

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，弹出如图 6-93 所示的“倒斜角”对话框。

（2）在“横截面”下拉列表框中选择“非对称”，在“距离 1”和“距离 2”文本框中分别输入“1.5”和“0.45”，如图 6-93 所示。

（3）在视图中选择长方体的边，如图 6-94 所示。

（4）在“倒斜角”对话框中单击“应用”按钮。

（5）选择另一条边，在“距离 1”和“距离 2”文本框中分别输入“0.45”和“1.5”，单击“倒斜角”对话框中的“确定”按钮，生成如图 6-95 所示的模型。



图 6-93　“倒斜角”对话框

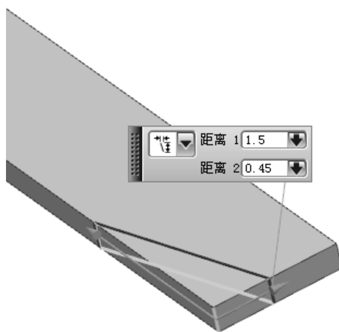


图 6-94　选择倒角边

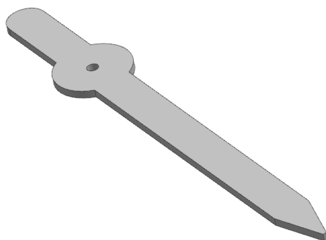


图 6-95　生成模型

7．创建边倒圆

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“边倒圆”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“边倒圆”图标，弹出如图 6-96 所示的“边倒圆”对话框。

（2）在“形状”下拉列表框中选择“圆形”。

（3）在视图中选择要倒圆的边，并在“半径 1”文本框中输入“0.1”，如图 6-97 所示。

（4）在“边倒圆”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-98 所示。



图 6-96 “边倒圆”对话框

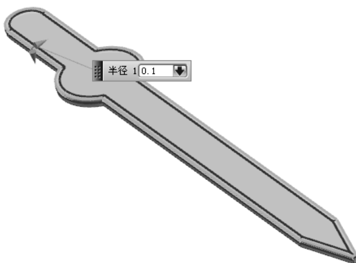


图 6-97 选择要倒圆的边

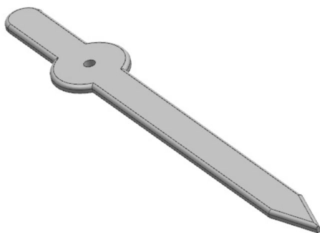


图 6-98 模型

6.2.5 抽壳

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“抽壳”命令或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“抽壳”图标，系统打开“抽壳”对话框，如图 6-99 所示。利用该对话框可以进行抽壳来挖空实体或在实体周围建立薄壳。

“抽壳”对话框中选项的功能如下。

（1）移除面，然后抽壳：选择该方法后，所选目标面在抽壳操作后将被移除。

如果进行等厚度的抽壳，则在选好要抽壳的面和设置好默认厚度后，直接单击“确定”或“应用”按钮完成抽壳。

如果进行变厚度的抽壳，则在选好要抽壳的面后，在“备选厚度”栏中单击“选择面”，选择要设置的变厚度抽壳的表面并在“厚度 0”文本框中输入可变厚度值，则该表面抽壳后的厚度为新设置的可变厚度，如图 6-100 所示。



图 6-99 “抽壳”对话框

（2）对所有面抽壳：选择该方法后，需要选择一个实体，系统将按照设置的厚度进行抽壳。抽壳后，原实体变成一个空心实体。

如果厚度为正数，则空心实体的外表面为原实体的表面，如果厚度为负数，则空心实体

的内表面为原实体的表面。

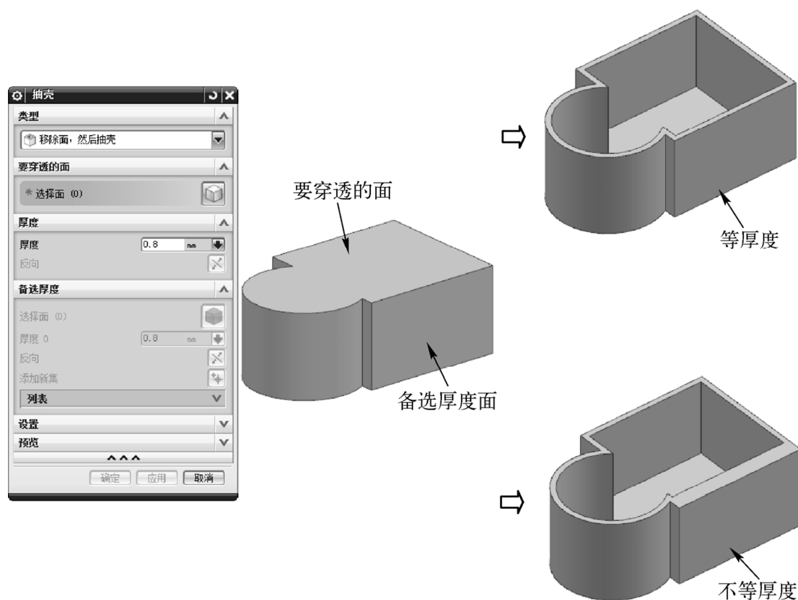


图 6-100 “移除面，然后抽壳”示意图

在“备选厚度”栏中单击选择面也可以设置变厚度，设置方法与面抽壳类型相同，如图 6-101 所示。

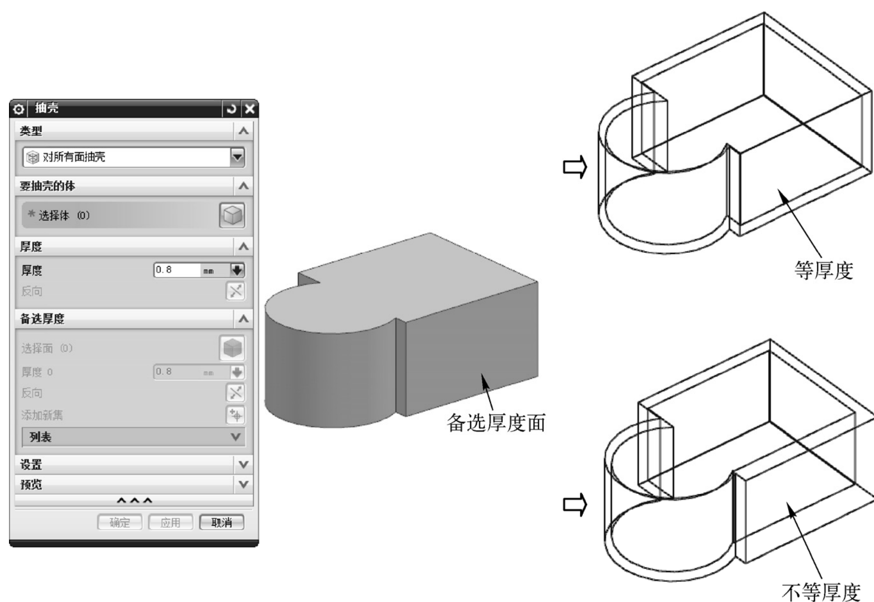


图 6-101 “抽壳所有面”示意图

6.2.6 拔模

选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“拔模”命令或依次单击“主页”选项卡→

“特征”组→“拔模”图标，打开如图 6-102 所示的“拔模”对话框。该选项让用户相对于指定矢量和可选的参考点将拔模应用于面或边。

“拔模”对话框中部分选项的功能如下。

（1）从平面或曲面：该选项能将选中的面倾斜，如图 6-103 所示。



图 6-102 “拔模”对话框

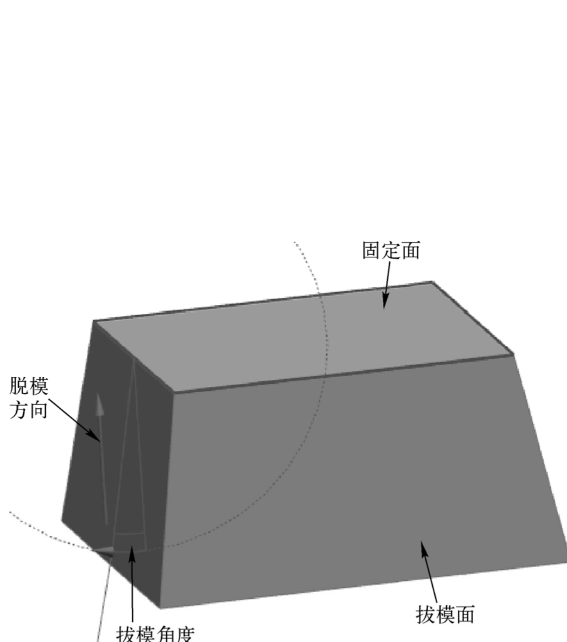


图 6-103 “从平面或曲面”拔模示意图

- 脱模方向：定义拔模方向矢量。
- 拔模参考-拔模方法：当选择“固定面”时，通过不改变的平面定义拔模。
- 要拔模的面：选择拔模操作所涉及的各个面。
- 角度：定义拔模的角度。
- 距离公差：更改拔模操作的“距离公差”。默认值从建模预设置中取得。
- 角度公差：更改拔模操作的“角度公差”。默认值从建模预设置中取得。

 注意：

若，用同样的固定面和方向矢量来拔模内部面和外部面，则内部面拔模和外部面拔模是相反的。

（2）从边：能沿一组选中的边，按指定的角度拔模。该选项能沿选中的一组边按指定的角度和参考点拔模，对话框如图 6-104 所示，示意图如图 6-105 所示。

如果选择的边是平滑的，则将被拔模的面是在拔模方向矢量所指一侧的面。

（3）与多个面相切：能以给定的拔模角拔模，开模方向与所选面相切。该选项按指定的拔模角进行拔模，拔模与选中的面相切，对话框如图 6-106 所示。用此角度来决定用作参考对象的等斜度曲线。然后就在离开方向矢量的一侧生成拔模面，示意图如图 6-107 所示。

该拔模类型对于模铸件和浇注件特别有用，可以弥补任何可能的拔模不足。





图 6-104 “从边”类型

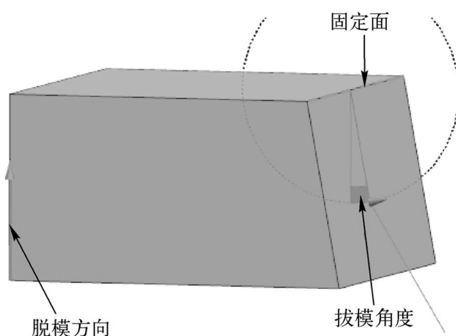


图 6-105 “从边”拔模示意图



图 6-106 “与多个面相切”类型

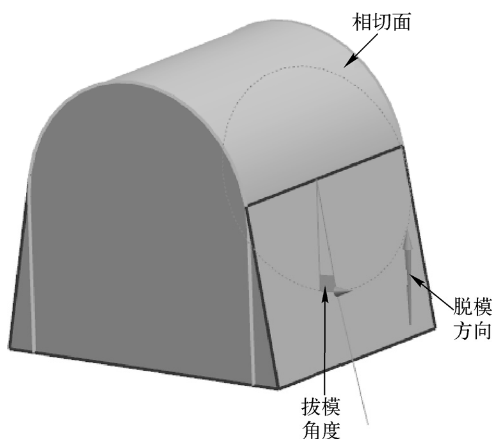


图 6-107 “与多个面相切”拔模示意图

（4）至分型边：能沿一组选中的边，用指定的多个角度和一个参考点拔模，对话框如图 6-108 所示。该选项能沿选中的一组边用指定的角度和一个固定面生成拔模。分隔线拔模

生成垂直于参考方向和边的扫掠面，如图 6-109 所示。在这种类型的拔模中，虽然改变了面，但不改变分隔线。当处理模铸塑料部件时，这是一个常用的操作。



图 6-108 “至分型边”类型

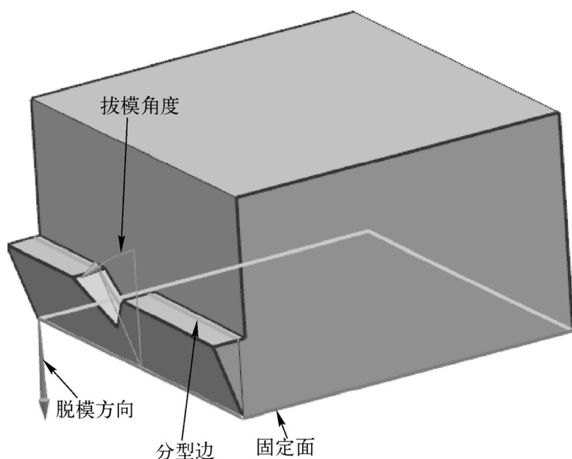


图 6-109 “至分型边”拔模示意图

6.2.7 三角形加强筋

选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“三角形加强筋”命令或依次单击“主页”→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“三角形加强筋”图标，打开如图 6-110 所示的“三角形加强筋”对话框。该选项用于沿着两个相交面的交线创建一个三角形加强筋特征，如图 6-111 所示。



图 6-110 “三角形加强筋”对话框

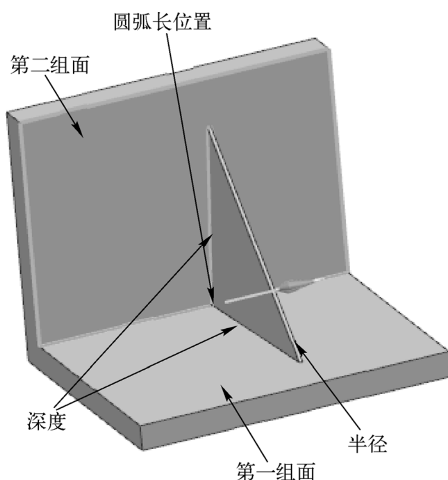


图 6-111 三角形加强筋示意图

“三角形加强筋”对话框中选项的功能如下。

（1）第一组：单击该图标，在视图区选择三角形加强筋的第一组放置面。

（2）第二组：单击该图标，在视图区选择三角形加强筋的第二组放置面。

（3）位置曲线：在第二组放置面的选择超过两个曲面时，该按钮被激活，用于选择两组面多条交线中的一条交线作为三角形加强筋的位置曲线。

（4）位置平面：单击该图标，用于指定与工作坐标系或绝对坐标系相关的平行平面或在视图区指定一个已存在的平面位置来定位三角形加强筋。

（5）方向平面：单击该图标，用于指定三角形加强筋的倾斜方向的平面。方向平面可以是已存在平面或基准平面，默认的方向平面是已选两组平面的法向平面。

（6）修剪选项：用于设置三角加强筋的裁剪方式。

（7）方法：用于设置三角加强筋的定位方法，包括“沿曲线”和“位置”定位两种方法。

- 沿曲线：用于通过两组面交线的位置来定位。可通过指定“弧长”或“弧长百分比”值来定位。
- 位置：选择该选项，对话框如图 6-112 所示。此时可单击“平面位置”来选择定位方式。

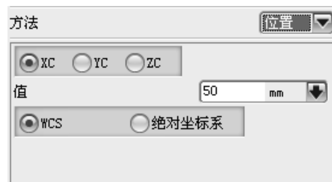


图 6-112 “位置”选项

6.3 综合实例——表壳基体

首先创建表壳的曲线轮廓，然后通过拉伸操作得到实体模型，最后通过在拉伸模型上进行孔、凸台等操作，生成表壳基体模型，如图 6-113 所示。

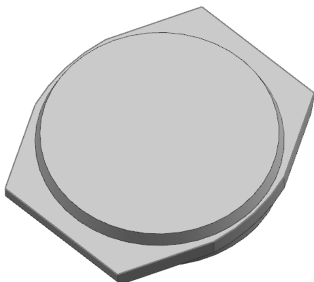


图 6-113 表壳基体



光盘\视频教学\第 6 章\表壳基体.avi


操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“模板”选项组中选择“模型”，在“名称”文本框中输入“biaoke”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建矩形

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“矩形”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“矩形”图标，弹出如图 6-114 所示的“点”对话框。

（2）在该对话框中输入（−11，−21，0）作为矩形顶点 1，单击“确定”按钮，完成顶点 1 的创建。接着在该对话框中输入（11，21，0）作为矩形顶点 2，单击“确定”按钮，完成矩形 1 的创建。

（3）以同样的方法，输入（−17.4，−7.4，0）作为顶点 1，（17.4，7.4，0）为顶点 2，创建矩形 2，如图 6-115 所示。



图 6-114 “点”对话框

3．创建直线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“基本曲线”图标，弹出如图 6-116 所示的“基本曲线”对话框。

（2）单击“直线”按钮，在“点方法”下拉列表中选择“端点”，然后依次选择各矩形端点，完成直线的创建。此时的曲线模型如图 6-117 所示。

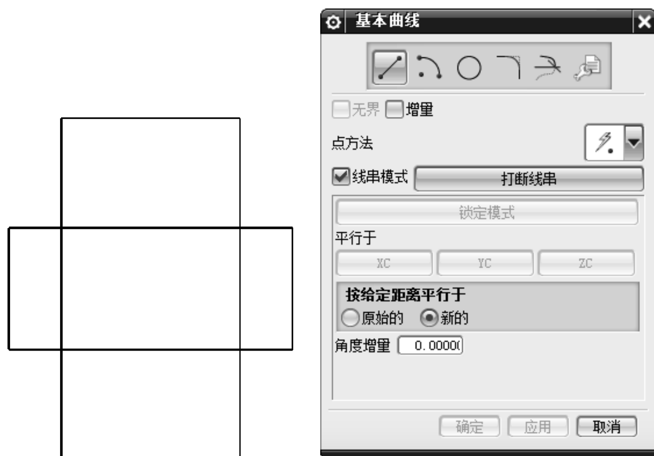


图 6-115 创建的两个矩形　　图 6-116 “基本曲线”对话框

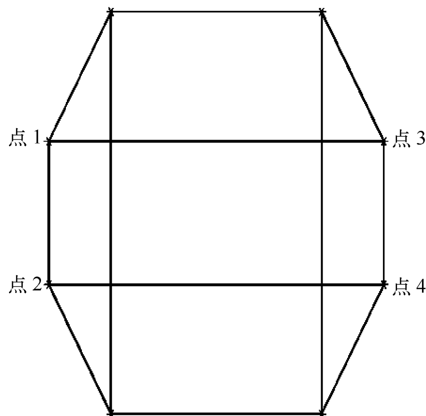


图 6-117 曲线模型

4．创建圆弧

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“基本曲线”命令或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“基本曲线”图标，弹出如图 6-118 所示的“基本曲线”对话框。

（2）单击“圆弧”按钮，在“创建方法”选项组中选中“起点，终点，圆弧上的点”单选按钮。

（3）选择如图 6-117 所示的点 1 和点 2，并在坐标文本框中输入（−18.5，0，0），完成弧 1 的创建。

（4）以同样的方法，选择点 3 和点 4，并输入（18.5，0，0），完成弧 2 的创建。此时的曲线模型如图 6-119 所示。



图 6-118 “基本曲线”对话框

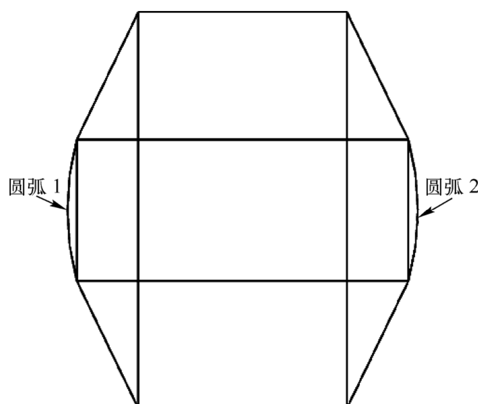


图 6-119 创建的曲线模型

（5）删除多余的线段，结果如图 6-120 所示。

5．创建拉伸体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，弹出“拉伸”对话框。

（2）选择步骤 4 创建的曲线为拉伸截面，在“拉伸”对话框的“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC* 轴），在“限制”卷展栏中将开始距离和结束距离分别设置为“0”和“5”，其他保持默认。

（3）单击“确定”按钮，结果如图 6-121 所示。

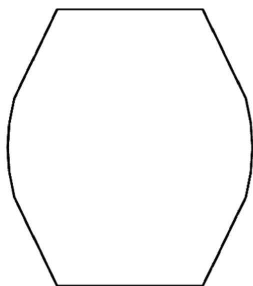


图 6-120 删除多余线段后的曲线模型

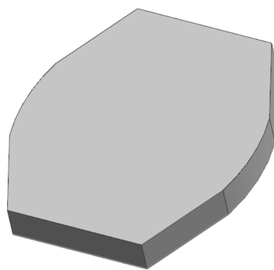


图 6-121 拉伸体

6．创建边倒角

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，弹出“倒斜角”对话框。

（2）在视图中选择拉伸体的边，如图 6-122 所示。

（3）在“横截面”下拉列表框中选择“对称”，在“距离”文本框中输入“2”。

（4）单击“确定”按钮，结果如图 6-123 所示。

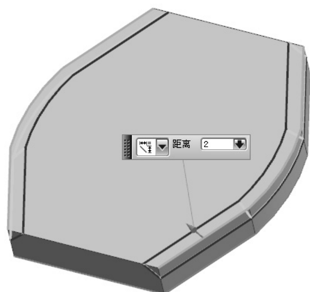


图 6-122　选择要倒斜角的边

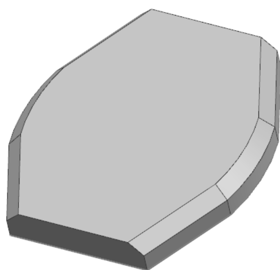


图 6-123　边倒角后的模型

7．创建边倒角

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，弹出“倒斜角”对话框。

（2）在“横截面”下拉列表框中选择“非对称”，在“距离 1”和“距离 2”文本框中分别输入“3”和“4”。

（3）在视图中选择要倒斜角的边，如图 6-124 所示。

（4）在“倒斜角”对话框中单击“应用”按钮。

（5）选择另一条边，单击“倒斜角”对话框中的“确定”按钮，生成如图 6-125 所示模型。

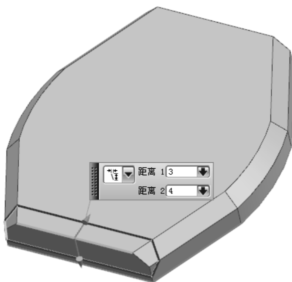


图 6-124　选择要倒斜角的边

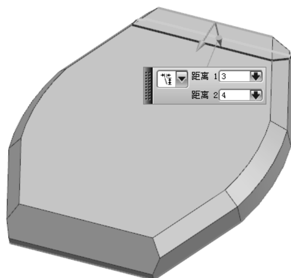


图 6-125　边倒斜角后的模型

8．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“圆柱”图标，弹出“圆柱”对话框，如图 6-126 所示。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”；在“指定矢量”下拉列表中选择（ZC 轴）；单击“点对话框”按钮，在弹出的“点”对话框中设置原点坐标为（0，0，0），单击“确定”按钮。

（3）返回“圆柱”对话框，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“36”和“7”，在“布尔”下拉列表框中选择“求和”，系统将自动选择视图中的实体，单击“确定”按钮，生成模型如图 6-127 所示。

9．创建边倒角

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“倒斜角”命令，或者依次单击“主页”

选项卡→“特征”组→“倒斜角”图标，弹出“倒斜角”对话框。



图 6-126 “圆柱”对话框

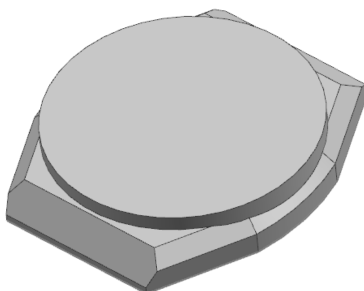


图 6-127 创建圆柱体

（2）在视图中选择要倒斜角的边，如图 6-128 所示。

（3）在“横截面”下拉列表框中选择“对称”，在“距离”文本框中输入“1.5”。

（4）单击“确定”按钮，结果如图 6-129 所示。

10．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图 6-130 所示的“孔”对话框。

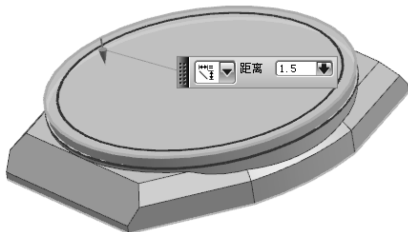


图 6-128 选择要倒斜角的边

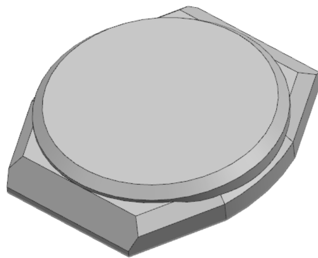


图 6-129 创建倒斜角



图 6-130 “孔”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）单击“点”按钮，拾取圆柱体的上边线，捕捉圆心为孔位置，如图 6-131 所示。

（4）在“孔”对话框中，设置孔的“直径”“深度”和“顶锥角”分别为“30”“0.8”和“0”，单击“应用”按钮，完成简单孔 1 的创建。

（5）以同样方法，在简单孔 1 的底端面创建“直径”“深度”和“顶锥角”分别为“29”“2.2”和“0”的简单孔 2，如图 6-132 所示。

11．创建拔模特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“拔模”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“拔模”图标，弹出“拔模”对话框，如图 6-133 所示。

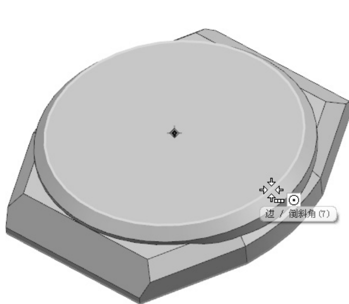


图 6-131　捕捉圆心

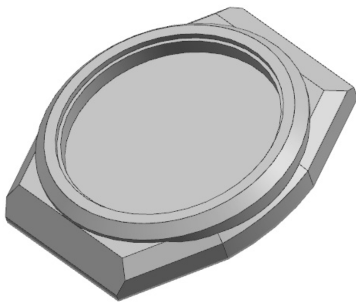


图 6-132　创建简单孔



图 6-133　“拔模”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“从平面或曲面”。

（3）在“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC* 轴）为拔模方向。

（4）在视图中选择简单孔 2 的上表面为固定平面。

（5）在视图中选择简单孔 2 的侧面为要拔模的面，并在“角度 1”文本框中输入“25”，如图 6-134 所示。

（6）在“拔模”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-135 所示。

12．创建凸台

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，弹出如图 6-136 所示的“凸台”对话框。

（2）选择孔底面为凸台放置面，在“直径”“高度”和“锥角”文本框中分别输入“1.2”“1.2”和“0”，单击“确定”按钮。在弹出的“定位”对话框中单击“点落在点上”按钮，

打开“点落在点上”对话框。

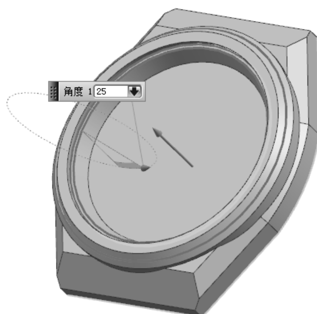


图 6-134　选择要拔模的面并输入角度值

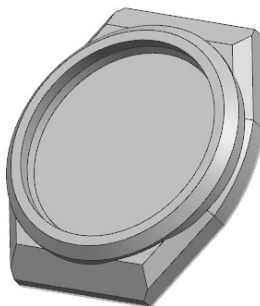


图 6-135　拔模



图 6-136　“凸台”对话框

（3）选择简单孔圆弧边为目标对象，弹出“设置圆弧的位置”对话框。单击“圆弧中心”按钮，将生成的凸台定位于孔的底面圆弧中心，如图 6-137 所示。

（4）以同样的方法，将“直径”“高度”和“锥角”分别设置为（0.6，0.5，0）和（0.3，0.3，0），创建凸台 2、凸台 3，如图 6-138 所示。

13．创建凸台

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，弹出“凸台”对话框。

（2）选择拉伸体的下底面为凸台放置面，在“直径”“高度”和“锥角”数值框中分别输入“36”“2”和“0”，单击“确定”按钮。

（3）在弹出的“定位”对话框中，单击“点落在点上”按钮，弹出“点落在点上”对话框。

（4）选择简单孔圆弧边为目标对象，弹出“设置圆弧的位置”对话框。单击“圆弧中心”按钮，将生成的凸台定位于孔圆弧中心，如图 6-139 所示。

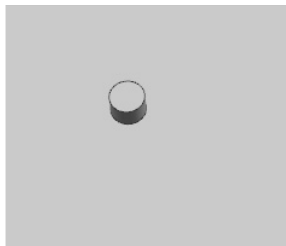


图 6-137　定位凸台



图 6-138　创建凸台

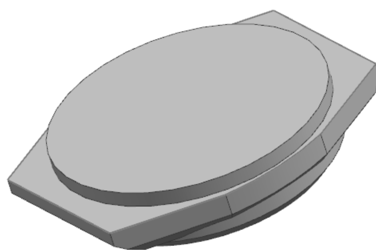


图 6-139　创建凸台

14．创建拔模特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“拔模”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“拔模”图标，弹出“拔模”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“从平面或曲面”。

（3）在“指定矢量”下拉列表中选择（$-ZC$ 轴）为拔模方向。

（4）在视图中选择步骤 13 创建的凸台的下表面为固定平面。

（5）在视图中选择凸台的侧面为要拔模的面，并在“角度 1”文本框中输入“20”，如图 6-140 所示。

（6）在“拔模”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 6-141 所示。

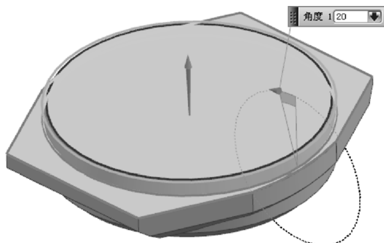


图 6-140 选择要拔模的面并输入“角度 1”值

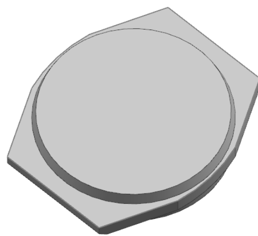


图 6-141 创建拔模特征

15．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图 6-142 所示的“孔”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项，在“形状和尺寸”卷展栏的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）单击“点”按钮，拾取凸台的上边线，捕捉圆心为孔位置。

（4）在“孔”对话框中，设置孔的“直径”“深度”和“顶锥角”分别为“31”“1.5”和“0”，单击“确定”按钮，完成简单孔的创建，如图 6-143 所示。

16．创建螺纹

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“螺纹”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“螺纹”图标，弹出如图 6-144 所示的“螺纹”对话框。



图 6-142 “孔”对话框

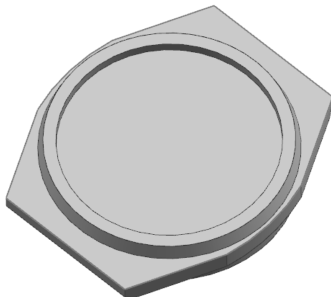


图 6-143 创建孔



图 6-144 “螺纹”对话框

（2）在“螺纹类型”选项组中选中“符号”单选按钮。

（3）选择步骤 2 创建的孔侧面作为螺纹的生成面。

（4）其他采用默认设置，单击“确定”按钮，生成螺纹如图 6-145 所示。

17．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，弹出“基准平面”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”选项，单击“应用”按钮，创建基准平面 1。

（3）在“类型”下拉列表框中选择“XC-YC 平面”选项，单击“应用”按钮，创建基准平面 2。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“XC-ZC 平面”选项，单击“确定”按钮，创建基准平面 3，如图 6-146 所示。

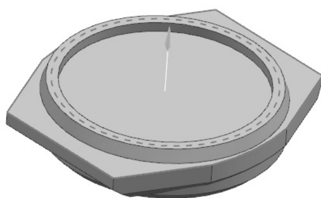


图 6-145　创建螺纹

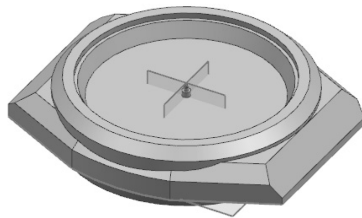


图 6-146　创建基准面

18．创建腔体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“腔体”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“腔体”图标，弹出“腔体”对话框。

（2）单击“矩形”按钮，弹出“矩形腔体”（放置面选择）对话框，选择如图 6-147 所示的拉伸实体一侧面为腔体放置面。

（3）弹出“水平参考”对话框，按系统提示选择放置面与 *XC* 轴方向一致的直线边为水平参考。弹出如图 6-148 所示的“矩形腔体”（输入参数）对话框，在“长度”“宽度”和“深度”文本框中分别输入“18”“5”和“3”，其他参数设置为 0，然后单击“确定”按钮。

（4）弹出“定位”对话框，单击（垂直）按钮，设置“XC-YC 平面”和腔体长中心线距离为 2.5，设置“YC-ZC 平面”和腔体短中心线距离为 0，单击“确定”按钮，完成定位，即可创建腔体。

（5）重复上述步骤，在另一侧创建腔体，如图 6-149 所示。

19．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，弹出“基准平面”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”选项，设置“距离”为“18.5”，如图 6-150 所示。单击“确定”按钮，创建基准平面 4，如图 6-151 所示。

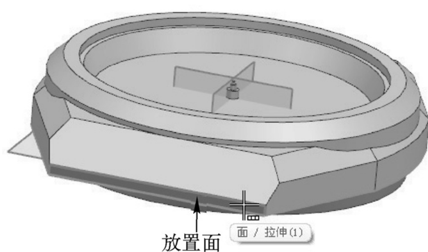


图 6-147 选择放置面



图 6-148 设置矩形腔体参数



图 6-149 创建腔体



图 6-150 设置“基准平面”对话框

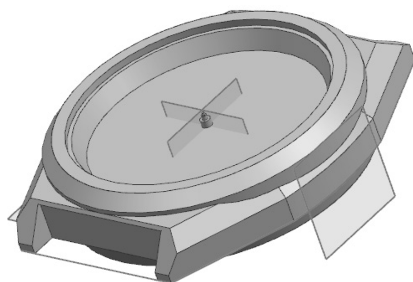


图 6-151 创建基准平面

20．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图 6-152 所示的“孔”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）单击“绘制截面”按钮，选择步骤 6 创建的基准平面为草图放置面。

（4）进入草图绘制界面，弹出“草图点”对话框，在基准面上单击一点，标注尺寸确定点位置，如图 6-153 所示。单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

（5）返回“孔”对话框，在“孔方向”下拉列表框中选择“垂直于面”。

（6）将孔的“直径”“深度”和“顶锥角”分别设置为“4”“1.5”和“0”，单击“应用”按钮。

（7）重复上述步骤，在简单孔的底面中心上创建直径、深度分别为 0.5、2.5 的孔，如图 6-154 所示。

21．创建凸台

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，弹出如图 6-155 所示的“凸台”对话框。

（2）选择拉伸体侧面为凸台放置面，在“直径”“高度”和“锥角”文本框中分别输入“3”

"1.5"和"0"，单击"确定"按钮。



图 6-152 "孔"对话框

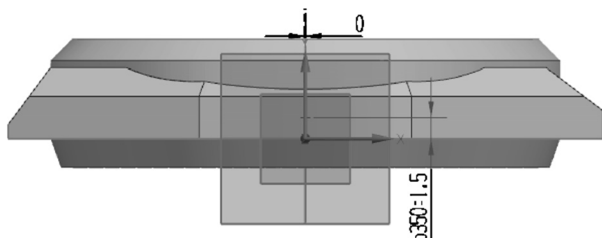


图 6-153 绘制点

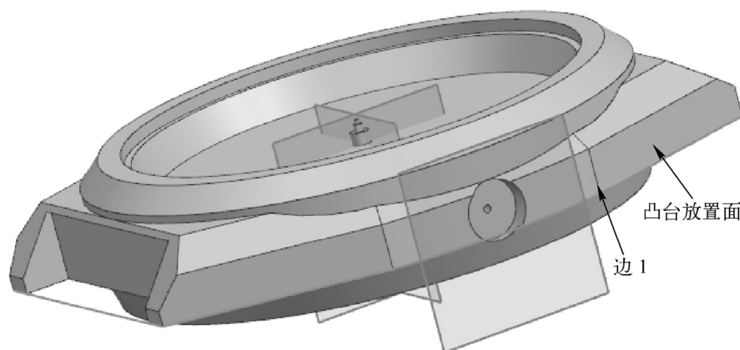


图 6-154 创建孔

（3）弹出"定位"对话框，单击"垂直"按钮，选择边 1 为基准，设置距离为 3，单击"应用"按钮；选择"XC-YC 平面"为基准，输入"1.5"，单击"确定"按钮，完成凸台的创建，如图 6-156 所示。



图 6-155 "凸台"对话框

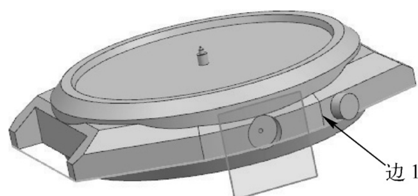


图 6-156 创建凸台

第 7 章

特征操作和编辑

特征操作是在特征建模基础上的进一步细化。实体建模后，发现有的特征建模不符合要求，可以通过特征编辑对特征不满意的地方进行编辑。

7.1 特征操作

本节主要介绍“关联复制”特征子菜单中的特征，这些特征主要用于对特征进行复制。

7.1.1 阵列特征

选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“阵列特征”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“阵列特征”图标，打开如图 7-1 所示的“阵列特征”对话框。该选项用于从已有特征生成阵列。

“阵列特征”对话框“布局”下拉列表框中各选项的功能如下。

（1）线性：该选项从一个或多个选定特征生成图样的线性阵列。线性阵列既可以是二维的（在 *XC* 和 *YC* 方向上，即几行特征），也可以是一维的（在 *XC* 或 *YC* 方向上，即一行特征）。示意图如图 7-2 所示。



图 7-1 “阵列特征”对话框

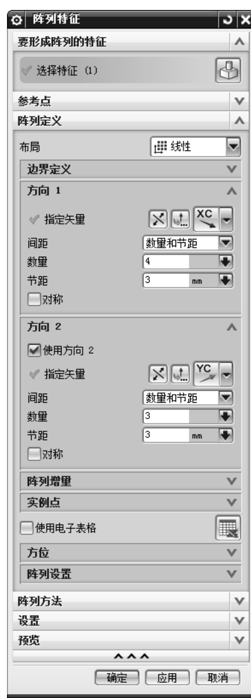


图 7-2 “线性”示意图

（2）圆形：该选项从一个或多个选定特征生成圆形图样的阵列。示意图如图 7-3 所示。

（3）多边形：该选项从一个或多个选定特征按照绘制好的多边形生成图样的阵列。

（4）螺旋式：该选项从一个或多个选定特征按照绘制好的螺旋线生成图样的阵列。示意图如图 7-4 所示。

（5）沿：该选项从一个或多个选定特征按照绘制好的曲线生成图样的阵列。示意图如图 7-5 所示。



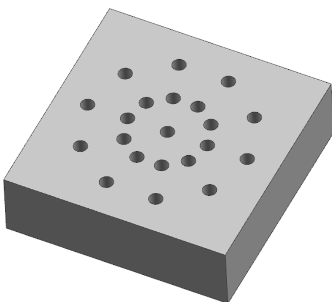


图 7-3 “圆形”示意图



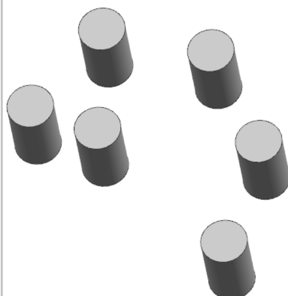


图 7-4 “螺旋式”示意图

（6）常规：该选项从一个或多个选定特征在指定点处生成图样，如图 7-6 所示。



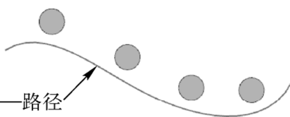


图 7-5 “沿”示意图



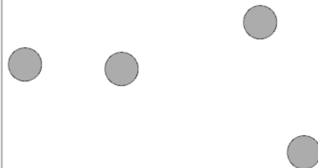


图 7-6 “常规”示意图

7.1.2 阵列面

阵列面用于一些非参数化实体，可以在找不到相对应的特征的情况下，直接阵列其表面。

选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“阵列面”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“关联复制”库→“阵列面”图标，打开如图 7-7 所示的“阵列面”对话框。阵列对象的选取是从种子面开始到边界面为止的所有内容，而阵列的方向不再局限于 X 与 Y 方向，可以是任意方向。示意图如图 7-8 所示。





图 7-7 “阵列面”对话框

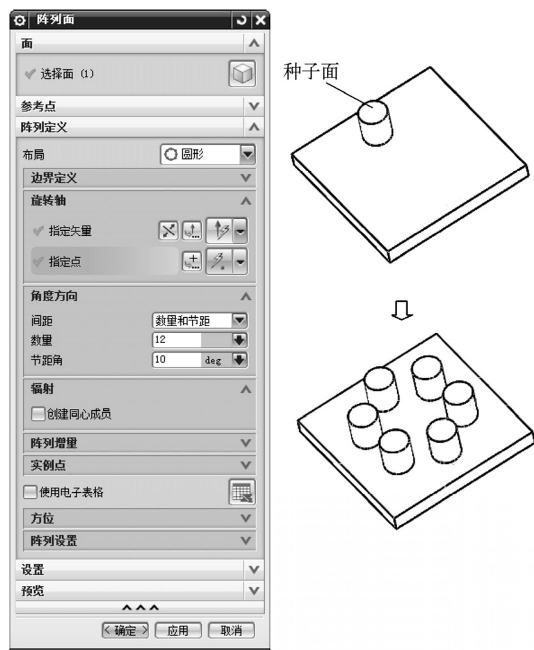


图 7-8 “阵列面”示意图

7.1.3 镜像特征

选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“镜像特征”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“关联复制”库→“镜像特征”图标，打开如图 7-9 所示的“镜像特征”对话框，通过基准平面或平面镜像选定特征的方法来生成对称的模型，镜像特征可以在体内镜像特征，示意图如图 7-10 所示。



图 7-9 “镜像特征”对话框

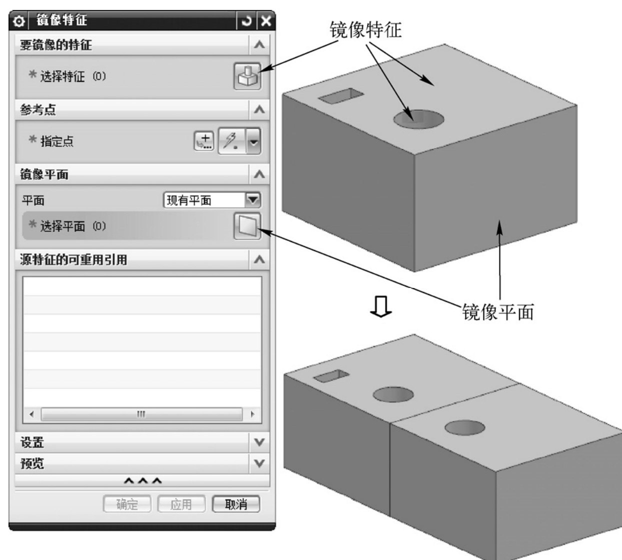


图 7-10 “镜像特征”示意图

“镜像特征”对话框中部分选项的功能如下。

（1）要镜像的特征：用于选择想要进行镜像的部件中的特征。指定需要镜像的特征后，它在列表中高亮显示。

（2）源特征的可重用引用：用于指定镜像特征是否应该使用一个或多个源特征的父引用。

（3）镜像平面：用于指定镜像选定特征所用的平面或基准平面。

7.1.4 镜像几何体

选择“菜单”→“插入”→“联合复制”→“镜像几何体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“关联复制”库→“镜像几何体”图标，打开如图 7-11 所示的“镜像几何体”对话框。该选项用于以基准平面来镜像所选的实体，镜像后的实体或片体和原实体或片体相关联，但本身没有可编辑的特征参数，示意图如图 7-12 所示。



图 7-11 “镜像几何体”对话框

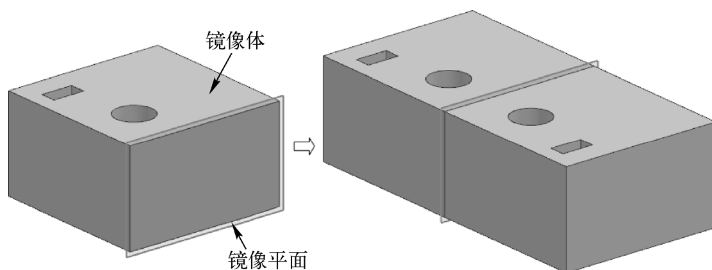


图 7-12 “镜像体”示意图

7.1.5 抽取几何体

选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“抽取几何体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“抽取几何体”图标，打开如图 7-13 所示的“抽取几何体”对话框。

使用该选项可以通过从一个体中抽取对象来生成另一个体。用户可以在 4 种类型的对象之间选择来进行抽取操作。如果抽取一个面或一个区域，则生成一个片体。如果抽取一个体，则新体的类型将与原先的体相同（实体或片体）。如果抽取一条曲线，则结果将是 EXTRACTED_CURVE（抽取曲线）特征。

“抽取几何体”对话框中部分选项的功能如下。



图 7-13 “抽取几何体”对话框

1．面

该选项可用于将片体类型转换为 B 曲面类型，以便将它们的数据传递到 ICAD 或 PATRAN

等其他集成系统中和 IGES 等交换标准中。

（1）单个面：即只有选中的面才会被抽取，如图 7-14 所示。

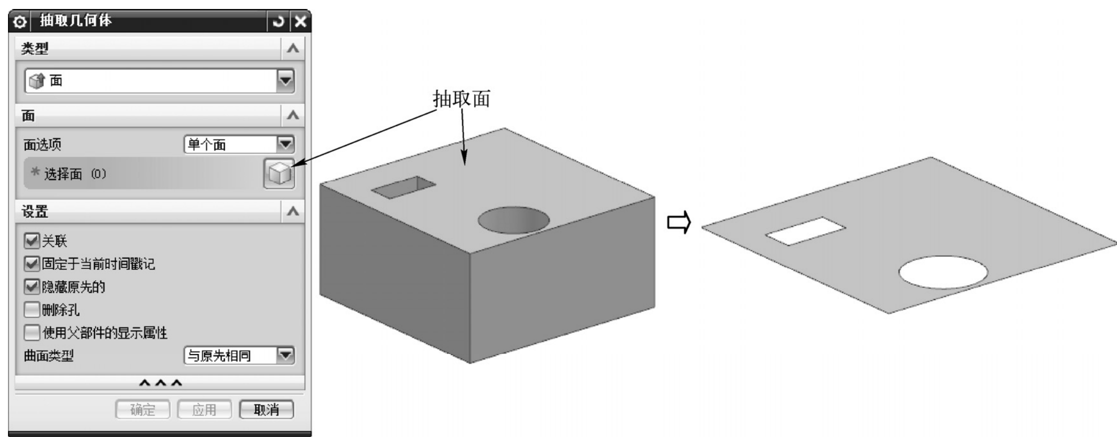


图 7-14　抽取单个面

（2）面与相邻面：只有与选中的面直接相邻的面才会被抽取，如图 7-15 所示。

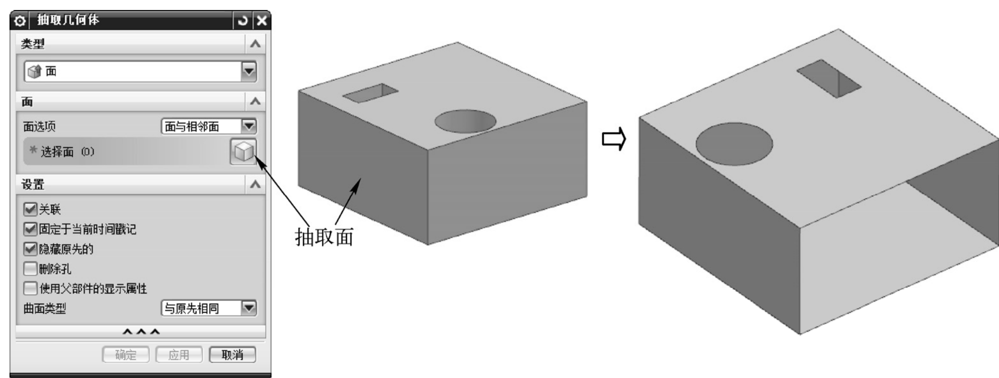


图 7-15　抽取相邻面

（3）体的面：与选中的面位于同一体的所有面都会被抽取，如图 7-16 所示。

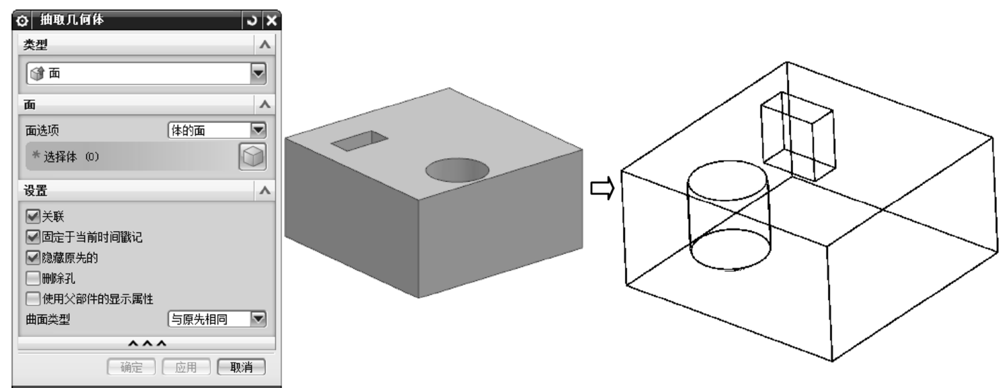


图 7-16　抽取体的面

2．面区域

该选项让用户生成一个片体，该片体是一组和种子面相关的且被边界面限制的面。在确定了种子面和边界面以后，系统从种子面开始，在行进过程中收集面，直到它和任意的边界面相遇。一个片体（称为“抽取区域”特征）从这组面上生成。选择该选项后，对话框中变为如图 7-17 所示。示意图如图 7-18 所示。



图 7-17 “面区域”类型

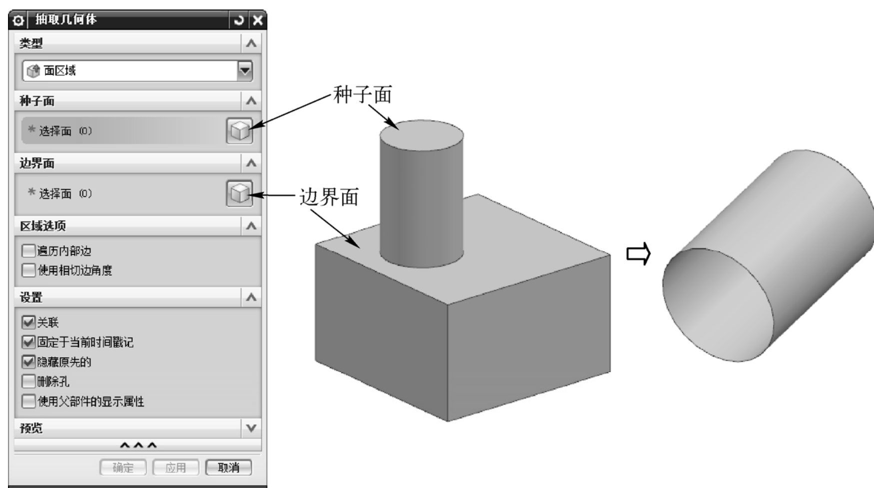


图 7-18 “抽取区域”示意图

（1）种子面：特征中所有其他的面都和种子面有关。

（2）边界面：确定“抽取区域”特征的边界。

（3）使用相切边角度：该选项在加工中应用。

（4）遍历内部边：选中该复选框后，系统对于遇到的每一个面，都收集其边构成其任何



内部环的部分或全部。

3．体

该选项生成整个体的关联副本。可以将各种特征添加到抽取体特征上，而不在原先的体上出现。当更改原先的体时，用户还可以决定“抽取体”特征要不要更新。

“抽取体”特征的一个用途是在用户想同时能用一个原先的实体和一个简化形式的时候（例如，放置在不同的参考集里），选择该类型时，对话框如图 7-19 所示。



图 7-19 “体”类型

（1）固定于当前时间戳记：该复选框可更改编辑操作过程中特性放置的时间标记，允许用户控制更新过程中对原先的几何体所做的更改是否反映在抽取的特征中。默认是将抽取的特征放置在所有的已有特征之后。

（2）隐藏原先的：如果原先的几何体是整个对象，或者如果生成“抽取区域”特征，则在生成抽取的特征时将隐藏原先的几何体。

7.1.6 偏置面

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“偏置面”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“偏置面”图标，系统打开如图 7-20 所示的“偏置面”对话框。可以使用此选项沿面的法向偏置一个或多个面、体的特征或体。示意图如图 7-21 所示。



图 7-20 “偏置面”对话框

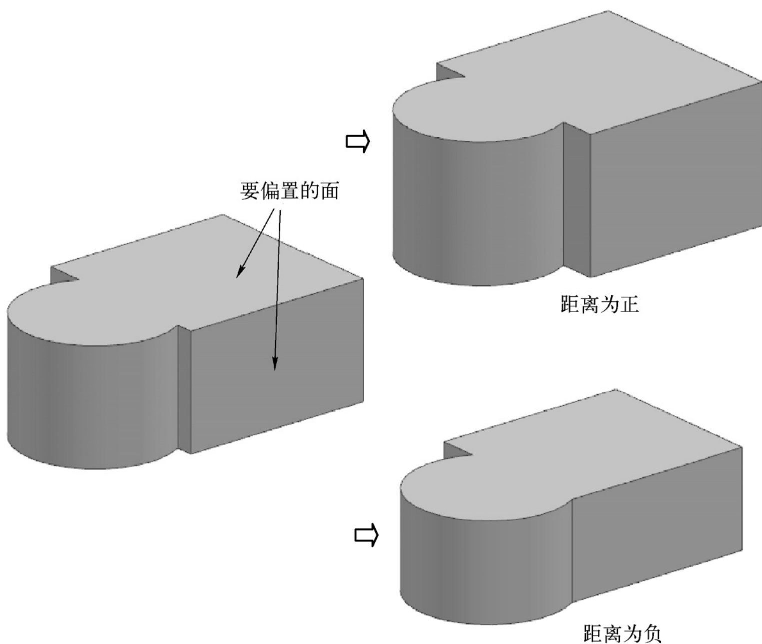


图 7-21 “偏置面”示意图

偏置距离可以为正或为负，而体的拓扑不改变。正的偏置距离沿垂直于面而指向远离实体方向的矢量测量。

7.1.7 缩放体

选择“菜单”→“插入”→“偏置/比例”→“缩放体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“缩放体”图标，打开如图 7-22 所示的“缩放体”对话框。该选项按比例缩放实体和片体。可以使用均匀、轴对称或通用的比例方式，此操作完全关联。



注意：

比例操作应用于几何体而不用于组成该体的独立特征。



图 7-22 “缩放体”对话框

“缩放体”对话框中部分选项的功能如下。

1．均匀

在所有方向上均匀地按比例缩放，示意图如图 7-23 所示。

（1）体：该选项用于为比例操作选择一个或多个实体或片体。三种缩放方法都要求此步骤。



图 7-23 均匀缩放示意图

（2）缩放点：该选项用于指定一个参考点，比例操作以它为中心。默认的参考点是当前工作坐标系的原点，可以通过使用“点方式”子功能指定另一个参考点。该选项只在“均匀”和“轴对称”缩放类型中可用。

（3）比例因子：让用户指定比例因子（乘数），通过它来改变当前的大小。

2．轴对称

以指定的比例因子（或乘数）沿指定的轴对称缩放。这包括沿指定的轴指定一个比例因子并指定另一个比例因子用在另外两个轴方向，示意图如图 7-24 所示。

缩放轴：该卷展栏用于为比例操作指定一个参考轴，只可用在“轴对称”方法。默认值

是工作坐标系的 *Z* 轴。可以通过使用“矢量方法”子功能来改变它。



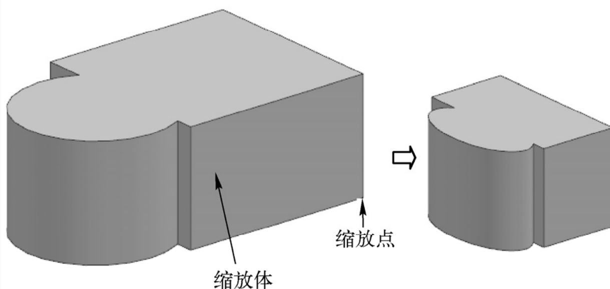


图 7-24　轴对称缩放示意图

3．常规

在所有的 *X*、*Y*、*Z* 三个方向上以不同的比例因子缩放，示意图如图 7-25 所示。

缩放 CSYC：让用户指定一个参考坐标系。选择该步骤会启用“CSYS 方法”按钮。单击此按钮打开“坐标系构造器”，可以用它来指定一个参考坐标系。



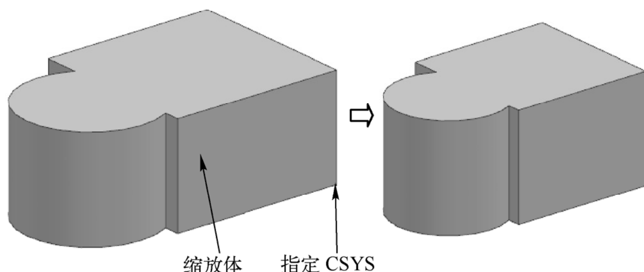


图 7-25　常规缩放示意图

7.1.8 修剪体

选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“修剪体”图标，打开如图 7-26 所示的“修剪体”对话框。使用该选项可以使用一个面、基准平面或其他几何体修剪一个或多个目标体。选择要保留的体部分，并且修剪体将采用修剪几何体的形状。示意图如图 7-27 所示。

由法向矢量的方向确定目标体要保留的部分。矢量指向远离将保留的目标体部分。如图 7-27 显示了矢量方向将如何影响目标体要保留的部分。



图 7-26 “修剪体”对话框

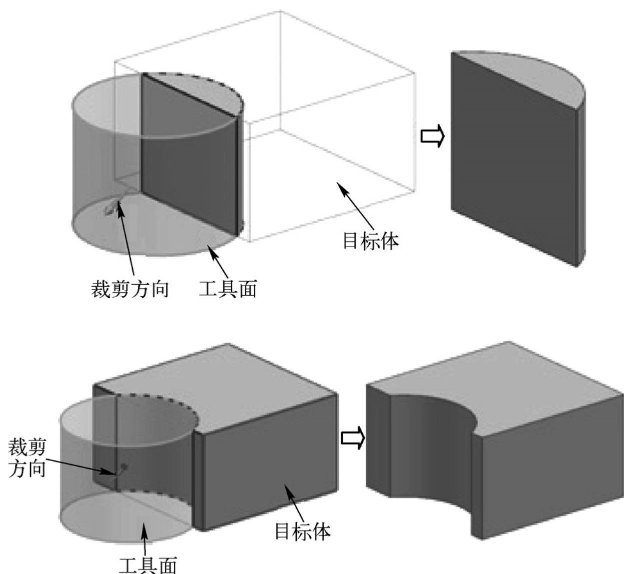


图 7-27 “修剪体”示意图

7.1.9 实例——茶杯

本例首先创建圆柱体，然后对圆柱体进行抽壳操作生成杯体，然后创建椭圆曲线并通过沿曲线扫描操作创作杯手柄，生成模型如图 7-28 所示。



图 7-28 茶杯



光盘\视频教学\第 7 章\茶杯.avi



操作步骤

1. 新建文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，在模型选项卡中选择适当的模板，文件名为“chabei”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“圆柱”图标，打开如图 7-29 所示的“圆柱”对话框。

（2）在对话框中选择“轴、直径和高度”类型，选择“ZC 轴”为生成圆柱体矢量方向，单击“点对话框”按钮，在“点”对话框中输入（0，0，0）为圆柱体原点，在“直径”和“高度”文本框中分别输入“80”和“75”，单击“确定”按钮完成圆柱 1 的创建。

（3）同上创建一个直径和高度分别是 60mm 和 5mm，圆柱体原点位于（0，0，-5）的圆柱 2，如图 7-30 所示。

3．抽壳操作

（1）选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“抽壳”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“抽壳”图标，打开“抽壳”对话框，如图 7-31 所示。



图 7-29 “圆柱”对话框



图 7-30 圆柱体



图 7-31 “抽壳”对话框

（2）选择“移除面，然后抽壳”类型，在“厚度”文本框中输入“5”，选择如图 7-32 所示的圆柱体的顶端面为移除面，单击“确定”按钮，完成抽壳操作，如图 7-33 所示。

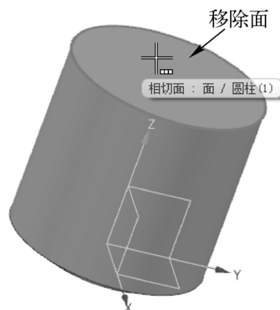


图 7-32 选择移除面

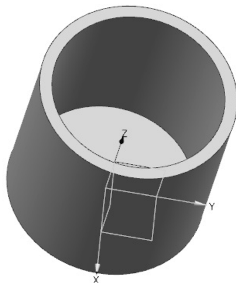


图 7-33 抽壳处理

4．创建孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，打开如图 7-34 所示的“孔”对话框。

（2）捕捉如图 7-35 所示的圆柱体底面圆弧圆心为孔放置位置。

（3）在“直径”“深度”和“顶锥角”文本框中分别输入“50”“5”和“0”，单击“确定”按钮，生成如图 7-36 所示模型。



图 7-34 “孔”对话框

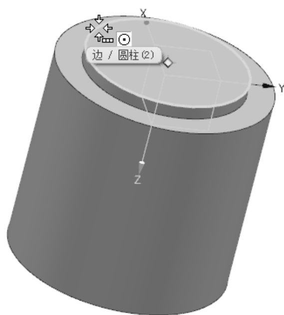


图 7-35 捕捉圆心

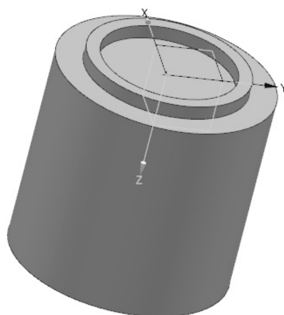


图 7-36 创建孔

5．设置工作坐标系

（1）选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“旋转”命令，打开如图 7-37 所示的“旋转 WCS 绕”对话框。

（2）选择“+XC 轴：YC→ZC”选项，单击“确定”按钮，坐标绕 *XC* 轴旋转 90°，如图 7-38 所示。



图 7-37 “旋转 WCS 绕”对话框

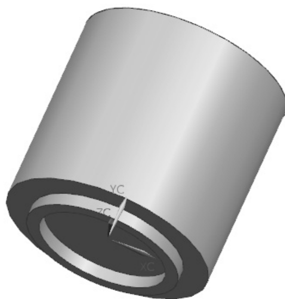


图 7-38 杯身模型

6．创建样条曲线

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“样条”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“曲线”组→“艺术曲线”图标，打开如图 7-39 所示的“艺术样条”对话框。

（2）选择“通过点”类型，在“次数”文本框中输入 3，单击“点对话框”按钮，打开“点”对话框，参考为“绝对-工作部件”，坐标依次为（0，-32，63）（0，-52，67）（0，-65，61）（0，-70，52）（0，-49，18）（0，-32，9）。单击“确定”按钮，生成如图 7-40 所示样条曲线。



图 7-39 “艺术样条”对话框

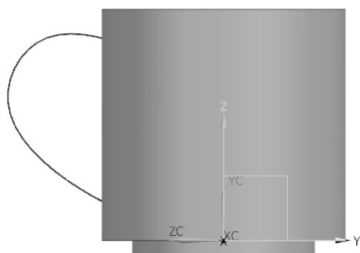


图 7-40 样条曲线

7．设置工作坐标系

选择“菜单”→“格式”→“WCS”→“原点”命令，单击鼠标右键并选择“静态线框”图标，然后选择样条曲线上的端点，再单击鼠标右键并选择“带边着色”图标。

8．创建椭圆

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“椭圆”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“曲线”库→“椭圆”图标，打开“点”对话框。

（2）输入（0，0，0）为椭圆原点，单击“确定”按钮。

（3）打开“编辑椭圆”对话框，如图 7-41 所示，在“长半轴”和“短半轴”文本框中分别输入“9”和“4.5”，单击“确定”按钮，生成如图 7-42 所示椭圆。

9．沿导引线扫掠

（1）选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“沿引导线扫掠”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“扫掠”库→“沿引导线扫掠”图标，打开如图 7-43 所示的“沿引导线扫掠”对话框。



图 7-41 “椭圆”对话框

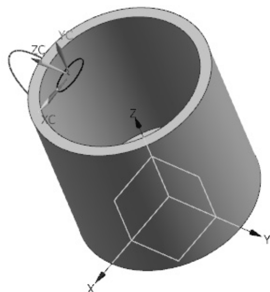


图 7-42 椭圆

（2）选择椭圆为截面，选择样条曲线为引导线，单击“确定”按钮，生成如图 7-44 所示杯把。



图 7-43 “沿引导线扫掠”对话框

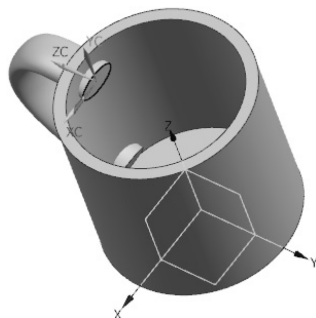


图 7-44 创建杯把

10．修剪手柄

（1）选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“修剪体”图标，打开如图 7-45 所示的“修剪体”对话框。

（2）选择杯体内的手柄部分，选择杯体的外表面为修剪工具，并单击“反向”按钮，调整修剪方向，单击“确定”按钮，修剪如图 7-46 所示杯把。



图 7-45 “修剪体”对话框

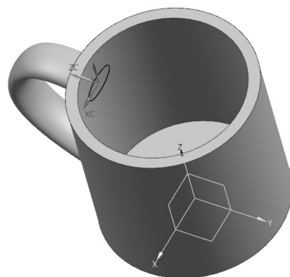


图 7-46 杯把



11．边倒圆

（1）选择“菜单”→“插入”→“细节特征”→“边倒圆”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“边倒圆”图标，打开如图 7-47 所示的“边倒圆”对话框。

（2）为杯口边、杯底边、柄、杯身接触处倒圆，倒圆半径为 1。结果如图 7-48 所示。



图 7-47 “边倒圆”对话框

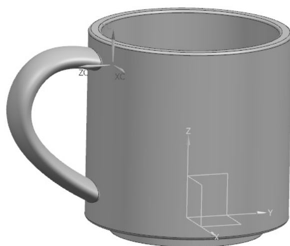


图 7-48 杯

7.1.10 拆分体

选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“拆分体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“修剪”库→“拆分体”图标，打开如图 7-49 所示的“拆分体”对话框。此选项使用面、基准平面或其他几何体分割一个或多个目标体。其操作过程类似于“修剪体”。示意图如图 7-50 所示。



图 7-49 “拆分体”对话框

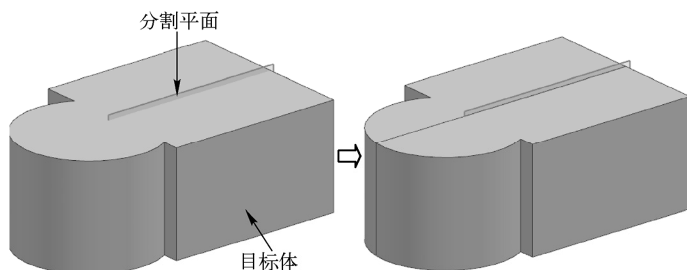


图 7-50 “拆分体”示意图

该操作从通过分割生成的体上删除所有参数。

7.1.11 分割面

选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“分割面”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“修剪”库→“分割面”图标，打开如图 7-51 所示的“分割面”对话框。此选项使用面、基准平面或其他几何体分割一个或多个面。示意图如图 7-52 所示。



图 7-51 “分割面”对话框

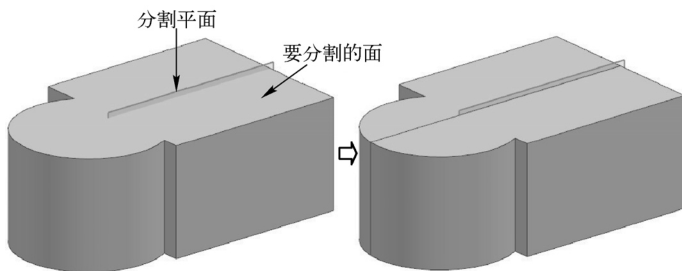


图 7-52 “分割面”示意图

该操作从通过分割生成的体上删除所有参数。

7.2 特征编辑

特征编辑主要是在完成特征创建以后，对特征不满意的地方进行编辑的过程。用户可以重新调整尺寸、位置、先后顺序等，在多数情况下，保留与其他对象建立起来的关联性，以满足新的设计要求。

7.2.1 编辑特征参数

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“编辑参数”命令，打开如图 7-53 所示的“编辑参数”对话框。该选项可以在生成特征或自由形式特征的方式和参数值的基础上，编辑特征或曲面特征。用户的交互作用由所选择的特征或自由形式特征的类型决定。

当选择了“编辑参数”并选择了一个要编辑的特征时，弹出的对话框中显示的选项会随着选择的特征改变。当所选的特征是基础特征，例如圆柱、块等不带定位参数的特征时，弹出所选特征的对话框，直接修改即可。当选择带定位参数的特征，如矩形垫块、矩形腔体等特征时，弹出如图 7-54 所示的“编辑参数”对话框。

（1）特征对话框：列出选中特征的参数名和参数值，并可在其中输入新值。所有特征都出现在此选项下。



图 7-53 “编辑参数”对话框

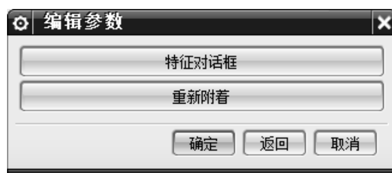


图 7-54 “编辑参数”对话框

（2）重新附着：重新定义特征的特征参考，可以改变特征的位置或方向。可以重新附着的特征才出现此选项下。其对话框如图 7-55 所示，其中部分选项的功能如下。



图 7-55 “重新附着”对话框

1）指定目标放置面：给被编辑的特征选择一个新的附着面。

2）指定水平参考： 给被编辑的特征选择新的水平参考。

3）重新定义定位尺寸：选择定位尺寸并能重新定义它的位置。

4）指定第一个通过面：重新定义被编辑的特征的第一个通过面/裁剪面。

5）指定第二个通过面：重新定义被编辑的特征的第二个通过面/裁剪面。

6）指定工具放置面：重新定义用户定义特征（UDF）的工具面。

7）方向参考：用于选择定义一个新的水平特征参考还是竖直特征参考。

8）反向：将特征的参考方向反向。

9）反侧：将特征重新附着于基准平面时，用它可以将特征的法向反向。

10）指定原点：将重新附着的特征移动到指定原点，可以快速重新定位它。

11）删除定位尺寸：删除选择的定位尺寸。如果特征没有任何定位尺寸，该选项就变灰。

7.2.2 编辑位置

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“编辑位置”命令，另外也可以在左侧资源工具条的“部件导航器”相应对象上右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑位置”命令（如图 7-56 所示），打开如图 7-57 所示的“编辑位置”对话框。该选项允许通过编辑特征的定位尺寸来移动特征。用户可以编辑尺寸值、添加尺寸或删除尺寸。

“编辑位置”对话框中部分选项的功能如下。

（1）添加尺寸：用它可以给特征增加定位尺寸。

（2）编辑尺寸值：允许通过改变选中的定位尺寸的特征值，来移动特征。

（3）删除尺寸：用它可以从特征中删除选中的定位尺寸。

需要注意的是：增加定位尺寸时，当前编辑对象的尺寸不能依赖于创建时间晚于它的特征体。例如，在图 7-58 中，特征按其生成的顺序编号。定位特征#2，不能使用任何来自特征#3 的物体做标注尺寸几何体。



图 7-56 在快捷菜单中选择“编辑位置”命令

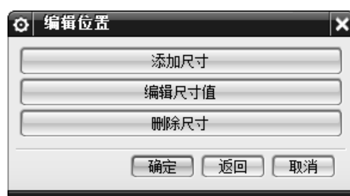


图 7-57 “编辑位置”对话框

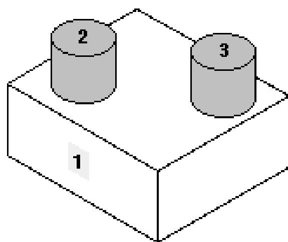


图 7-58 特征顺序示意图

7.2.3 移动特征

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“移动”命令，打开如图 7-59 所示的“移动特征”对话框。该选项可以把无关联的特征移到需要的位置。不能用此选项来移动位置已经用定位尺寸约束的特征。如果要移动这样的特征，就需要使用“编辑定位尺寸”选项。



图 7-59 “移动特征”对话框

“移动特征”对话框中部分选项的功能如下。

（1）DXC/DYC/DZC 增量：用矩形（*XC* 增量、*YC* 增量、*ZC* 增量）坐标指定距离和方向，可以移动一个特征。该特征相对于工作坐标系移动。

（2）至一点：用它可以将特征从参考点移动到目标点。

（3）在两轴间旋转：通过在参考轴和目标轴之间旋转特征来移动特征。

（4）CSYS 到 CSYS：将特征从参考坐标系中的位置重定位到目标坐标系中。

7.2.4 特征重排序

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“重排序”命令，打开如图 7-60 所示的“特征重

排序”对话框。该选项允许改变将特征应用于体的次序。在选定参考特征之前或之后，可对所需要的特征重排序。

“特征重排序”对话框中部分选项的功能如下。

（1）参考特征：列出部件中出现的特征。所有特征连同其时间标记（圆括号中的数）一起出现于列表框中。

（2）选择方法：该选项用来指定如何重排序“重定位”特征，允许选择相对“参考”特征来确定“重定位”特征的位置。

- 之前：选中的“重定位”特征将被移动到“参考”特征之前。
- 之后：选中的“重定位”特征将被移动到“参考”特征之后。

（3）重定位特征：允许选择相对于“参考”特征要移动的“重定位”特征。

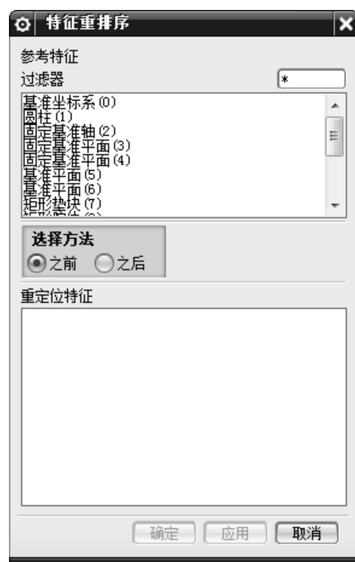


图 7-60 “特征重排序”对话框

7.2.5 抑制特征和释放

（1）选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“抑制”命令，打开如图 7-61 所示的“抑制特征”对话框。该选项允许从目标体及显示中临时删除一个或多个特征。当抑制有关联的特征时，关联的特征也被抑制。

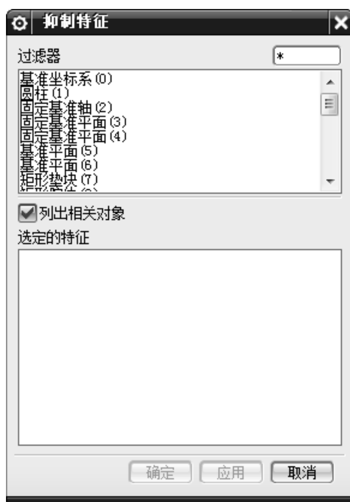


图 7-61 “抑制特征”对话框

实际上，抑制的特征依然存在于数据库里，只是将其从模型中删除了。因为特征依然存在，所以可以用“取消抑制特征”调用它们。如果不想让对话框中“选定的特征”列表里包含任何依附，可以取消勾选“列出相关对象”复选框（如果选中的特征有许多依附的话，这样操作可显著地减少执行时间）。

（2）选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“取消抑制”命令，则可调用先前抑制的特征。如果“编辑时延迟更新”是激活的，则该选项不可用。

7.2.6 由表达式抑制

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“由表达式抑制”命令，打开如图 7-62 所示的“由表达式抑制”对话框。该选项可利用表达式编辑器编辑表达式来抑制特征。表达式编辑器提供一个可用于编辑的抑制表达式列表。如果“编辑时延迟更新”是激活的，则该选项不可用。



图 7-62 “由表达式抑制”对话框

“由表达式抑制”对话框中部分选项的功能如下。

（1）为每个创建：允许为每一个选中的特征生成单个的抑制表达式。对话框显示所有特征，包括被抑制的特征、被释放的特征以及无抑制表达式的特征。如果选中的特征被抑制，则其新的抑制表达式的值为 0，否则为 1。按升序自动生成抑制表达式（即 p22、p23、p24....）。

（2）创建共享的：允许生成被所有选中特征共用的单个抑制表达式。对话框显示所有特征，包括被抑制的特征、被释放的特征以及无抑制表达式的特征。所有选中的特征都必须具有相同的状态，或者是被抑制的或者是被释放的。如果它们是被抑制的，则其抑制表达式的值为 0，否则为 1。当编辑表达式时，如果任何特征被抑制或被释放，则其他有相同表达式的特征也被抑制或被释放。

（3）为每个删除：允许删除选中特征的抑制表达式。对话框显示具有抑制表达式的所有特征。

（4）删除共享的：允许删除选中特征共有的抑制表达式。对话框显示包含共有的抑制表达式的所有特征。如果选择特征，则对话框高亮显示共有该相同表达式的其他特征。

7.2.7 移除参数

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“去除参数”命令，打开如图 7-63 所示的“移除参数”对话框。该选项允许从一个或多个实体和片体中删除所有参数。还可以从与特征相关联的曲线和点删除参数，使其成为非相关联。如果“编辑时延迟更新”是激活的，则该选项不可用。



图 7-63 “移除参数”对话框

7.2.8 编辑实体密度

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“实体密度”命令，打开如图 7-64 所示的“指派实体密度”对话框。该选项可以改变一个或多个已有实体的密度和/或密度单位。改变密度单位，让系统重新计算新单位的当前密度值，如果需要，也可以改变密度值。



图 7-64 “指派实体密度”对话框

7.2.9 特征回放

选择“菜单”→“编辑”→“特征”→“回放”命令，打开如图 7-65 所示的“更新时编辑”对话框。用该选项可以逐个特征地查看模型是如何生成的。



图 7-65 “更新时编辑”对话框

当模型更新时，也可以编辑模型。可以向前或向后移动任何特征，并对其进行编辑，然后移向另一个特征。或者启动模型的更新，从当前特征开始，一直持续到模型完成或特征更新失败。

如果模型“更新”失败或出现警告信息，就会出现“更新时编辑”（EDU）程序。在包括特征更新、抑制和删除的一系列操作过程中，模型可以更新。如果更新过程中出现了问题，EDU 就会显示。“回放”也启动 EDU，从第一个特征开始更新。

“更新时编辑”对话框中部分选项的功能如下。

（1）信息窗口：它显示所有的应用错误或警告信息，还显示当前更新的特征是成功的还是失败的。

（2）显示失败的区域：临时显示失败的几何体。此选项只有当失败牵涉到的对象（如工具体）可用于显示时才可用。

（3）显示当前模型：显示模型成功地重新建立的部分。有些特征，比如阵列中的引用，直到重新建立了最后相关的特征之后，才出现在当前模型中。

（4）后处理恢复更新状态：用它可以指定完成所选的图标选项后发生什么。

- 继续：从它停止的地方重新开始自动更新进程。
- 暂停：选择其他的“更新时编辑”选项，而不是自动恢复更新。

（5）图标选项：可用于模型的查看和编辑选项。

- 撤销：开始更新前，撤销对模型做的最后一次修改。
- 回到：从模型中移回到从“更新选择”对话框选择的特征。对话框含有在当前特征之前生成的特征列表，列表按生成的顺序排列。
- 单步后退：用于在模型中一次移回一个特征。
- 步进：用于在模型中一次前进一个特征。
- 单步向前：用于从模型移动到选定的特征。这种情况下，“更新选择”对话框列出还没有重新建立的特征。
- 继续：启动更新进程，它一直继续到模型完全重新建立或特征失败为止。出现失败时，如果选择“继续”，就跳过该特征。
- 接受：将更新进程中失败或停止的当前特征标记为“过时”，忽略问题，让系统继续执行，完成更新进程。更新完成后，可以检查“信息”→“特征”中的“更新状况报告”中特征的状态和失败的原因。编辑特征以更正问题，自动从“更新状态报告”去除“过时”标记。
- 接受保留的：将所有更新失败的特征和它们的依附标记为“过时”，忽略问题，让

系统继续执行，完成更新进程。

- 删除：用于删除更新失败的特征。
- 抑制：用于抑制当前被更新的特征。
- 抑制保留的：用于抑制当前被更新的特征和所有的后续特征。
- 审核模型：用菜单条或 MB3 弹出菜单中的选项来分析，但不能编辑重新建立的模型。
- 编辑：改变当前被更新的特征的参数或重定位选中的或失败的特征。

7.3 综合实例——表面

首先创建圆柱体，然后在圆柱体端面上创建垫块、腔体和凸台等，最后创建文本并通过拉伸创建手表表面的文字标记。其绘制结果如图 7-66 所示。

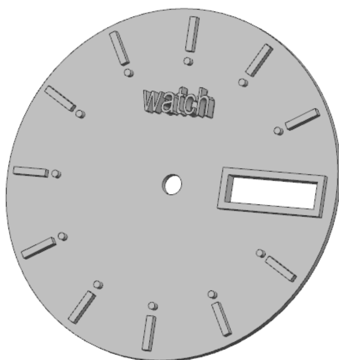


图 7-66　结果图



光盘\视频教学\第 7 章\表面.avi



操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“模板”选项组中选择“模型”，在“名称”文本框中输入“biaomian”，单击“确定”按钮，进入建模环境。

2．创建圆柱体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“圆柱体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“圆柱”图标，弹出如图 7-67 所示的“圆柱”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“轴、直径和高度”。



图 7-67 “圆柱”对话框

（3）在“指定矢量”下拉列表中选择（ZC 轴）为圆柱轴向。

（4）单击“点对话框”按钮，打开“点”对话框，输入坐标（0，0，0）。

（5）在“直径”和“高度”文本框中分别输入“26.8”和“0.5”。

（6）单击“确定”按钮，生成圆柱体，如图 7-68 所示。

3．创建基准轴

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准轴”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”库→“基准轴”图标，弹出如图 7-69 所示的“基准轴”对话框。

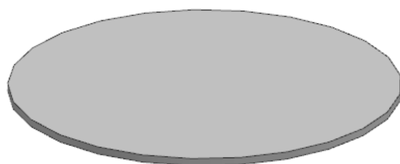


图 7-68　创建圆柱体



图 7-69 “基准轴”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“ZC 轴”，单击“确定”按钮，创建基准轴。

4．创建基准平面

（1）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”库→“基准平面”图标，弹出如图 7-70 所示的“基准平面”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”，单击“应用”按钮，创建基准平面 1。

（3）在“类型”下拉列表框中选择“XC-ZC 平面”，单击“应用”按钮，创建基准平面 2。

（4）在“类型”下拉列表框中选择成一角度，选择基准平面 2 为平面参考，选择步骤 3 创建的基准轴为通过轴，设置“角度”为“-30”，单击“确定”按钮，创建基准平面 3。

（5）重复步骤（4），创建角度为-120° 的基准平面 4，如图 7-71 所示。



图 7-70 “基准平面”对话框

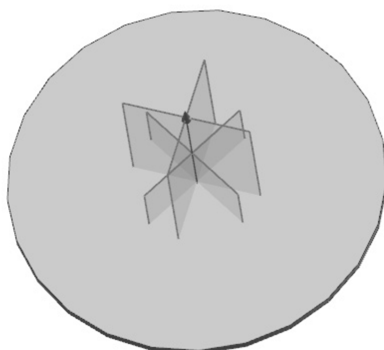


图 7-71　创建基准平面

5．创建垫块

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“垫块”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“垫块”图标，弹出如图 7-72 所示的“垫块”对话框。

（2）单击“矩形”按钮，弹出如图 7-73 所示的“矩形垫块”（放置面选择）对话框。



图 7-72 “垫块”对话框



图 7-73 “矩形垫块”（放置面选择）对话框

（3）选择圆柱体的上表面为垫块放置面。

（4）弹出如图 7-74 所示的“矩形垫块”（参数输入）对话框。

（5）在“长度”“宽度”“高度”，文本框中分别输入“8”“3”和“0.5”，单击“确定”按钮。

（6）在弹出的如图 7-75 所示“定位”对话框中单击“垂直”按钮，选择基准平面 2 为目标边 1，垫块长中心线为工具边 1，输入距离参数“0”；选择基准平面 1 为目标边 2，垫块端中心线为工具边 2，输入距离参数“8”，单击“确定”按钮，生成如图 7-76 所示垫块。



图 7-74 “矩形垫块”（参数输入）对话框



图 7-75 “定位”对话框

6．创建腔体

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“腔体”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“腔体”图标，弹出如图 7-77 所示的“腔体”对话框。

（2）单击“矩形”按钮，弹出“矩形腔体”（放置面选择）对话框。选择长方体的上表面为放置面，弹出“水平参考”对话框。

（3）选择放置面与 *XC* 轴方向一致的直段边为水平参考，弹出如图 7-78 所示的“矩形腔体”（输入参数）对话框。

（4）在“长度”“宽度”和“深度”文本框中分别输入“7”“2”和“1”。

（5）单击“确定”按钮，弹出“定位”对话框。

（6）单击“垂直”按钮，按照提示选择垫块长边为基准，选择腔体长中心线为工具边，

在弹出的“创建表达式”对话框中输入“1.5”，单击“应用”按钮。选择垫块短边为基准，腔体短中心线为工具边，在弹出的“创建表达式”对话框中输入“4”，单击“确定”按钮，完成定位，创建的腔体如图 7-79 所示。

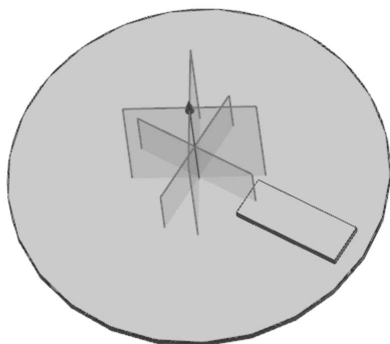


图 7-76　创建矩形垫块



图 7-77　“腔体”对话框



图 7-78　“矩形腔体”输入参数对话框

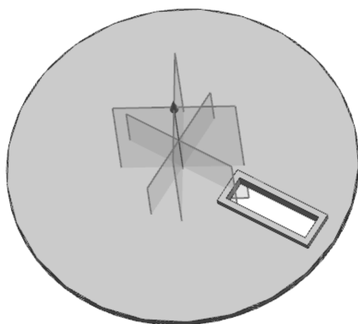


图 7-79　创建腔体

7．创建凸台

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“凸台”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“凸台”图标，弹出如图 7-80 所示的“凸台”对话框。

（2）选择圆柱体顶面为凸台放置面，在“直径”“高度”和“锥角”数值框中分别输入“0.5”“0.5”和“0”，单击“确定”按钮。

（3）在弹出的“定位”对话框中单击“垂直”按钮，选择基准平面 3 为定位基准，在弹出的“创建表达式”对话框中输入“0”，单击“应用”按钮。选择基准平面 4 为定位基准，在弹出的“创建表达式”对话框中输入“9”，单击“确定”按钮，完成凸台的创建，如图 7-81 所示。

8．创建垫块

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“垫块”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“垫块”图标，弹出如图 7-82 所示的“垫块”对话框。

（2）单击“矩形”按钮，弹出“矩形垫块”（放置面选择）对话框。



图 7-80 “凸台”对话框

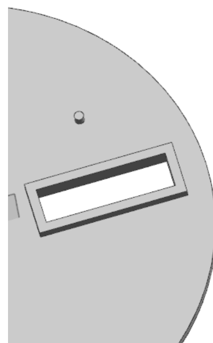


图 7-81 创建凸台

（3）选择圆柱体的上表面为垫块放置面，弹出“水平参考”对话框。

（4）选择基准平面 3 为水平参考，弹出如图 7-83 所示的“矩形垫块”（输入参数）对话框。



图 7-82 “垫块”对话框



图 7-83 “矩形垫块”（输入参数）对话框

（5）在“长度”“宽度”和“高度”文本框中分别输入“2.5”“0.5”和“0.5”，单击“确定”按钮。

（6）弹出如图 7-84 所示的“定位”对话框，单击“垂直”按钮，选择基准平面 3 为定位基准，垫块长中心线为工具边 1，输入距离参数“0”，选择基准平面 4 为定位基准，垫块短中心线为工具边 2，输入距离参数“11”，单击“确定”按钮，完成垫块 2 的创建，如图 7-85 所示。



图 7-84 “定位”对话框

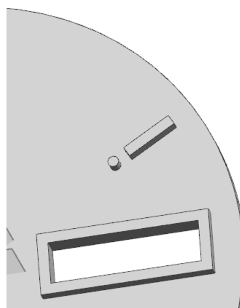


图 7-85 创建矩形垫块

9．圆形阵列

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“阵列特征”命令，或者依次单击“主页”

选项卡→“特征”组→“阵列特征”图标，弹出如图 7-86 所示的“阵列特征”对话框。

（2）选择凸台和步骤 8 创建的垫块特征为要形成图样的特征；在“阵列定义”卷展栏下的“布局”下拉列表框中选择“圆形”；在“旋转轴”选项组下的“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC* 轴）为阵列方向；“指定点”选择圆柱体上表面的圆心；在“间距”下拉列表框中选择“数量和节距”，设置“数量”和“节距角”分别为“11”和“30”。

（3）其他采用默认设置，单击“确定”按钮，完成圆形阵列，如图 7-87 所示。

10．创建简单孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“孔”图标，弹出如图 7-88 所示的“孔”对话框。



图 7-86 “阵列特征”对话框

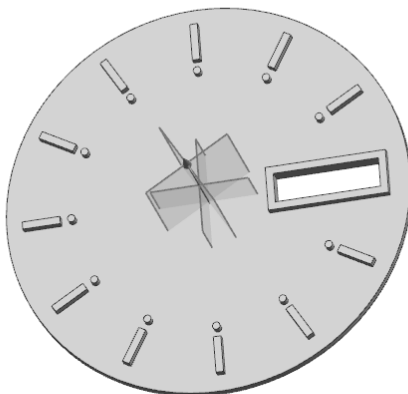


图 7-87 圆形阵列



图 7-88 “孔”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“常规孔”，在“形状和尺寸”卷展栏的“成形”下拉列表框中选择“简单”。

（3）捕捉圆柱体的上圆弧边线圆心为孔位置。

（4）在“孔”对话框中，将孔的“直径”“深度”和“顶锥角”分别设置为“1.5”“1”和“0”，单击“确定”按钮，完成简单孔的创建，如图 7-89 所示。

11．创建文字

（1）选择“菜单”→“插入”→“曲线”→“文本”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“曲线”组→“曲线”库→“文本”图标A，弹出如图 7-90 所示的“文本”对话框，在“文本属性”卷展栏的文本框中输入“watch”。

（2）将文字放置在如图 7-91 所示的位置处，并拖动文字外框各点，调整文字的大小，最后单击“确定”按钮，完成文本的创建。

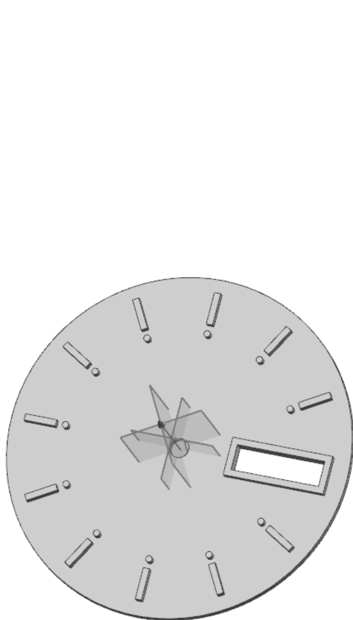


图 7-89　创建孔



图 7-90　“文本”对话框

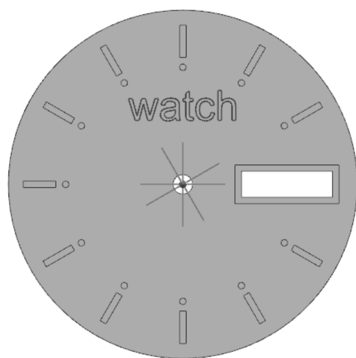


图 7-91　创建文本后的模型

12．隐藏实体和基准平面

（1）选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“隐藏”命令，弹出“类选择”对话框。单击“过滤器”中的“类型”按钮，弹出如图 7-92 所示的“按类型选择”对话框。在列表框中选择“基准”和“实体”，单击“确定”按钮。

（2）返回“类选择”对话框，单击“全选”按钮，然后单击“确定”按钮，则所有基准和实体都被隐藏起来，如图 7-93 所示。

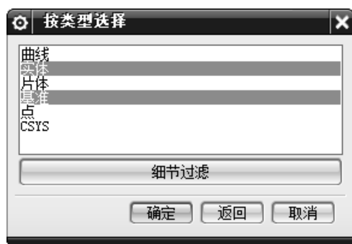


图 7-92　“按类型选择”对话框



图 7-93　隐藏实体和基准平面后的效果

13．拉伸

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“基准/点”下拉菜单→“拉伸”图标，弹出如图 7-94 所示的“拉伸”对话框。

（2）选择屏幕中的文字曲线为拉伸截面，在“指定矢量”下拉列表中选择（*ZC* 轴）；

在“限制”卷展栏中，将“开始”和“结束”均设置为“值”，将其“距离”分别设置为“0”和“1”，其他保持默认。

（3）单击“确定”按钮，完成拉伸操作，如图 7-95 所示。



图 7-94 “拉伸”对话框



图 7-95 拉伸后的模型

14．显示实体

（1）选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“显示所有此类型的”命令，弹出如图 7-96 所示的“选择方法”对话框。

（2）单击“类型”按钮，在弹出的“按类型选择”对话框中选择“实体”选项，连续单击“确定”按钮，生成如图 7-97 所示的实体模型。



图 7-96 “选择方法”对话框

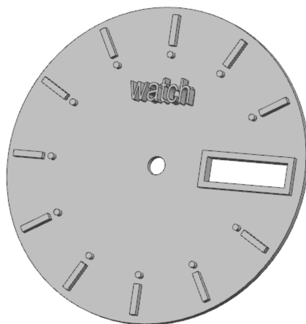


图 7-97 显示实体

第 8 章

查询与分析

在 UG 建模过程中，点、线的质量直接影响了构建实体的质量，从而影响了产品的质量。所以在建模结束后，需要分析实体的质量来确定曲线是否符合设计要求，这样才能保证生产出合格的产品。本章将简要讲述如何对特征点和曲线的分布进行查询和分析。

8.1 信息查询

在设计过程中或设计完成后，经常需要从文件中提取其各种几何对象和特征的信息，UG针对操作的不同需求提供了大量的信息命令，用户可以通过这些命令详细地查找需要的几何、物理和数学信息。

执行“信息”菜单命令将会显示所有的信息查询命令，如图 8-1 所示。“信息”子菜单命令仅具有显示功能，不具备编辑功能。

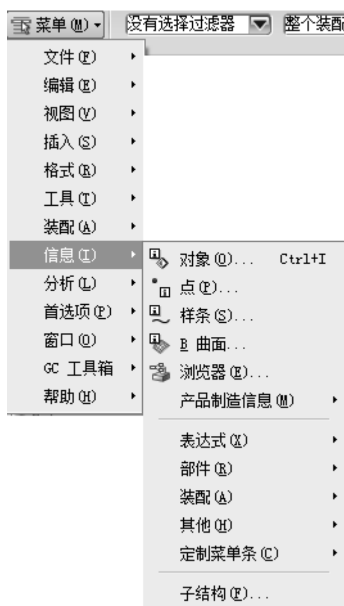


图 8-1 “信息”子菜单

8.1.1 对象信息

选择“菜单”→“信息”→“对象”命令或其他子菜单命令后，系统会打开对话框以选取对象。之后，系统会列出其所有相关的信息，一般的对象都具有一些共同的信息，如创建时间、作者、当前部件名、图层、线宽、单位信息等。

1．点

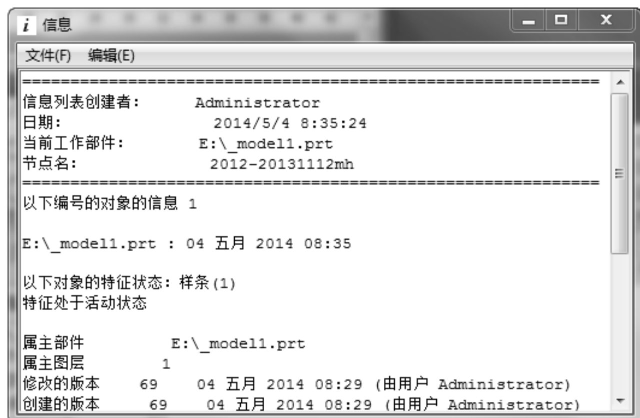
当获取点时，系统除了列出一些共同信息之外，还会列出点的坐标值。

2．直线

当获取直线时，系统除了列出一些共同信息之外，还会列出直线的长度、角度、起点坐标、终点坐标等信息。

3．样条

当获取样条曲线时，系统除列出一些共同信息之外，还会列出样条曲线的闭合状态、阶数、控制点数目、段数、有理状态、定义数据、近似 rho 等信息。如图 8-2 所示，获取信息完后，可按〈F5〉键执行“刷新”命令来刷新工作区的图像。


信息
文件(F) 编辑(E)
```
============================================================
信息列表创建者:       Administrator
日期:                  2014/5/4 8:35:24
当前工作部件:          E:\_model1.prt
节点名:                2012-20131112mh
============================================================
以下编号的对象的信息 1

E:\_model1.prt : 04 五月 2014 08:35

以下对象的特征状态: 样条(1)
特征处于活动状态

属主部件            E:\_model1.prt
属主图层            1
修改的版本     69     04 五月 2014 08:29 (由用户 Administrator)
创建的版本     69     04 五月 2014 08:29 (由用户 Administrator)
```

图 8-2　艺术样条的“信息”窗口

8.1.2 点信息

选择“菜单”→“信息”→“点”命令可以查询指定点的信息，在信息栏中会列出该点的坐标值及单位，其中的坐标值包括“绝对坐标值”和“WCS 坐标值”，如图 8-3 所示。

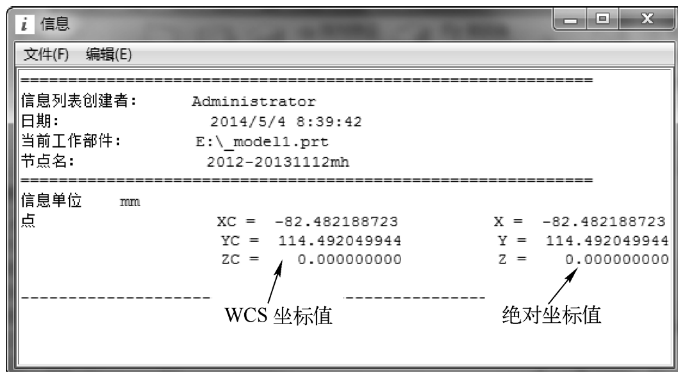

信息
文件(F) 编辑(E)
```
============================================================
信息列表创建者:       Administrator
日期:                  2014/5/4 8:39:42
当前工作部件:          E:\_model1.prt
节点名:                2012-20131112mh
============================================================
信息单位      mm
点                    XC =  -82.482188723         X =  -82.482188723
                      YC =  114.492049944         Y =  114.492049944
                      ZC =    0.000000000         Z =    0.000000000
--------------------            ---------------
```


图 8-3　点“信息”窗口

8.1.3 样条信息

选择“菜单”→“信息”→“样条”命令可以查询样条曲线的相关信息，还可以在打开的对话框（如图 8-4 所示）中设置需要显示的信息，对话框上部包括“显示结点”“显示极点”和“显示定义点”3 个复选框。勾选复选框后，相应的信息就会显示出来。

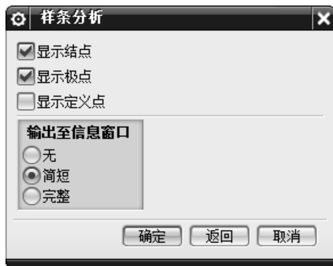


图 8-4　“样条分析”对话框

对话框的下部选项是用来控制输出至窗口的信息如何显示的，各单选按钮的意义如下。

（1）无：表示窗口不输出任何信息。

（2）简短：表示向窗口中输出样条曲线的次数、极点数目、阶数目、有理状态、定义数据、比例约束、近似 rho 等简短信息。

（3）完整：表示向窗口中输出的样条曲线的信息中，除简短信息外，还包括每个节点的坐标及其连续性（即 G0、G1、G2），每个极点的坐标及其权重，每个定义点的坐标、最小二乘权重等全部信息。

8.1.4 B 曲面信息

选择“菜单”→“信息”→“B 曲面”命令，可以查询 B 曲面的有关信息，包括曲面的 U、V 方向的阶数，U、V 方向的补片数、法面数、连续性等信息。该命令会打开如图 8-5 所示的“B 曲面分析”对话框来设置查询信息。

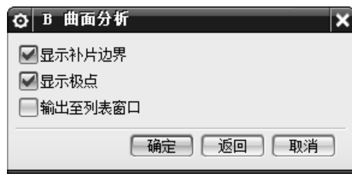


图 8-5　B 曲面信息显示设置

“B 曲面分析”对话框中相关选项的功能如下。

（1）显示补片边界：用于控制是否显示 B 曲面的面片信息。

（2）显示极点：用于控制是否显示 B 曲面的极点信息。

（3）输出至列表窗口：控制是否输出信息到窗口显示。

8.1.5 表达式信息

选择“菜单”→“信息”→“表达式”命令，系统会弹出如图 8-6 所示的“表达式”子菜单。

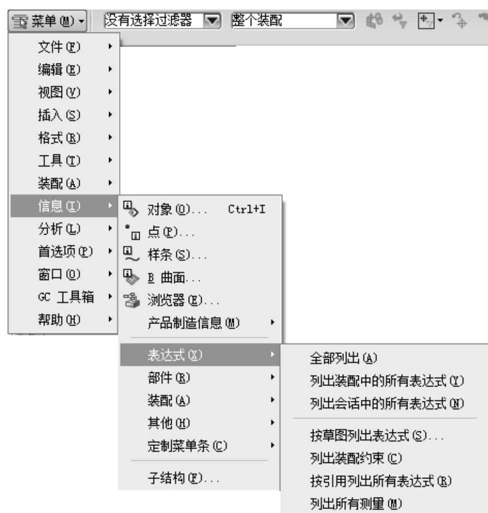


图 8-6　“表达式”子菜单

“表达式”子菜单中各选项的功能如下。

（1）全部列出：表示在信息窗口中列出当前工作部件中的所有表达式信息。

（2）列出装配中的所有表达式：表示在信息窗口中列出当前显示装配件部件的每一组件中的表达式信息。

（3）列出会话中的所有表达式：表示在信息窗口中列出当前操作中的每一部件的表达式信息。

（4）按草图列出表达式：表示在信息窗口中列出选择草图中的所有表达式信息。

（5）列出配对约束：表示如果当前部件为装配件，则在信息窗口中列出其匹配的约束条件信息。

（6）按引用列出所有表达式：表示在信息窗口中列出当前工作部件中包括“特征”“草图”“匹配约束条件”“用户定义”的表达式信息等。

（7）列出所有测量：表示在信息窗口中列出工作部件中所有几何表达式及相关信息，如特征名和表达式引用情况等。

8.1.6 其他信息的查询

除了以上几种信息之外，还可进行“部件”信息查询、“装配”信息查询，以及“其他”等信息查询。以下就如图 8-7 所示的“其他”子菜单提供的部分查询信息进行说明。



图 8-7 “其他”子菜单

（1）图层：在信息窗口中列出当前每一个图层的状态。

（2）电子表格：在信息窗口中列出相关电子表格信息。

（3）视图：在信息窗口中列出一个或多个工程图或模型视图的信息。

（4）布局：在信息窗口中列出当前文件中视图布局数据信息。

（5）图纸：在信息窗口中列出当前文件中工程图的相关信息。

（6）组：在信息窗口中列出当前文件中群组的相关信息。

（7）草图（V13.0 以前版本）：在信息窗口中列出 13.0 之前的版本所作的草图几何约束和相关约束是否通过检测的信息。

（8）特定于对象：在信息窗口中列出当前文件中特定对象的信息。

（9）NX：在信息窗口中列出当前文件中显示用户当前所用的 Parasolid 版本、计划文件目录、其他文件目录和日志信息。

（10）图形驱动程序：在信息窗口中列出显示有关图形驱动的特定信息。

8.2 几何分析

在使用 UG 进行设计分析的过程中，经常需要获取当前对象的几何信息。该功能可以对距离、角度、偏差、弧长等多种情况进行分析，详细指导用户设计工作，现将其部分功能介绍如下。

8.2.1 距离

选择“菜单”→“分析”→“测量距离”命令，或依次单击“分析”选项卡→“测量”组→“测量距离”图标，打开如图 8-8 所示的“测量距离”对话框。该选项用于计算出用户选择的两个对象间的最小距离。在“类型”下拉列表中包含了“距离”“对象集之间”“投

影距离”“对象集之间的投影距离”“屏幕距离”“长度”“半径”“直径”和“点在曲线上”共 9 个选项。



图 8-8 “距离测量”对话框

用户可以选择的对象有点、线、面、体、边等。需要注意的是，如果在曲线或曲面上有多个点与另一个对象存在最短距离，那应该制定一个起始点加以区分。

在打开的窗口中（如图 8-9 所示）显示的信息包括：两个对象间的三维距离和两个对象上相近点的绝对坐标和相对坐标，以及在绝对坐标和相对坐标中两点之间的轴向坐标增量。

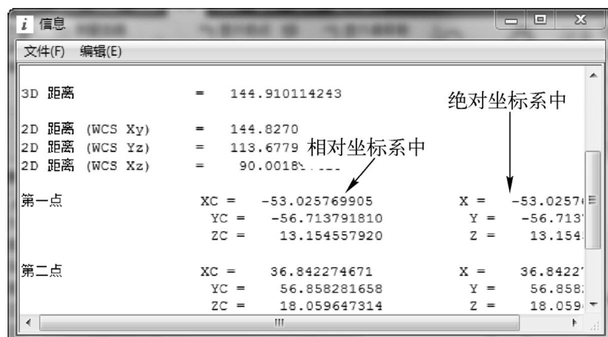


图 8-9 距离“信息”窗口

8.2.2 角度

选择“菜单”→“分析”→“测量角度”命令，或依次单击“分析”选项卡→“测量”组→“测量角度”图标，打开“测量角度”对话框，如图 8-10 所示。用户可以在绘图工作区中选择几何对象后，系统计算两个对象之间的角度，如两条曲线之间、两个平面之间、直线和平面之间的角度，包括两个选择对象的相应矢量在工作平面上的投影矢量间的夹角和两个矢量在三维空间中的实际角度。

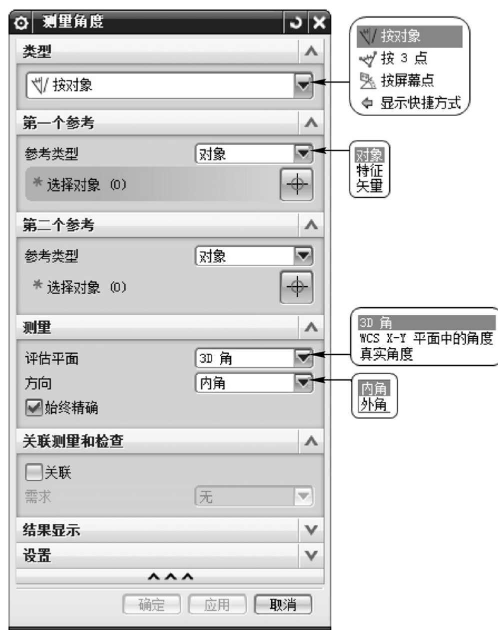


图 8-10 “测量角度”对话框

当两个选择对象均为曲线时，若两者相交，则系统会确定两者的交点并计算两曲线的切向矢量在交点处的夹角；否则，系统会确定两者相距最近的点，并计算这两点在各自所处曲线上的切向矢量间的夹角。切向矢量的方向取决于曲线的选择点与两曲线相距最近点的相对方位，其方向为由曲线相距最近点指向选择点的一方。

当选择对象均为平面时，计算结果是两平面的法向矢量间的最小夹角。“测量角度”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型：用于选择测量方法，包括“按对象”“按 3 点”和“按屏幕点”。

（2）参考类型：用于设置选择对象的方法，包括“对象”“特征”和“矢量”。

（3）评估平面：用于选择测量角度，包括“3D 角”“WCS X-Y 平面中的角度”和“真实角度”。

（4）方向：用于选择测量类型，有外角和内角两种类型。

8.2.3 偏差检查

选择“菜单”→“分析”→“偏差”→“检查”命令，或依次单击“分析”选项卡→“更多”库→“关系”库→“偏差检查”图标，打开如图 8-11 所示的“偏差检查”对话框。通过该对话框，可以根据过某点斜率连续的原则，即将第一条曲线、边缘或表面上的检查点与第二条曲线上的对应点进行比较，检查选择对象是否相接、相切以及边界是否对齐等，并得到所选对象的距离偏移值和角度偏移值。

（1）曲线到曲线：用于测量两条曲线之间的距离偏差以及曲线上一系列检查点的切向角度偏差。

（2）曲线到面：系统依据过点斜率的连续性，检查曲线是否真位于表面上。

（3）边到面：用于检查一个面上的边和另一个面之间的偏差。

（4）面到面：系统依据过某点法相对齐原则，检查两个面的偏差。



图 8-11 “偏差检查”对话框

（5）边到边：用于检查两条实体边或片体边的偏差。

选择一种检查对象类型后，选取要检查的两个对象，在对话框中设置用户所需的数值，单击“检查”按钮，打开“信息”窗口，显示分析点的个数、对象间的最小距离和最大距离以及各分析点的对应数据等信息。

8.2.4 邻边偏差分析

该功能用于检查多个面的公共边的偏差。

选择“菜单”→“分析”→“偏差”→“相邻边”命令，打开如图 8-12 所示的“相邻边”对话框。在该对话框中，“检查点”下拉列表中有“等参数”和“弦偏差”两个选项。在图形工作区选择具有公共边的多个面后，单击“确定”按钮，打开如图 8-13 所示的“报告”对话框。在该对话框中可选择要在“信息”窗口中列出的信息。



图 8-12 “相邻边”对话框



图 8-13 “报告”对话框

8.2.5 偏差度量

该功能用于在第一组几何对象（曲线或曲面）和第二组几何对象（可以是曲线、曲面、点、平面、定义点等对象）之间度量偏差。

选择“菜单”→“分析”→“偏差”→“度量”命令，或依次单击“分析”选项卡→“关系”组→“偏差度量”图标，打开如图 8-14 所示的“偏差度量”对话框。

“偏差度量”对话框中主要选项的功能如下。

（1）测量定义：在该卷展栏中选择用户所需的测量方法。

（2）最大检查距离：用于设置最大的检查距离。

（3）标记：用于设置输出针叶的数目，可直接输入数值。

（4）彩色图：用于设置偏差矢量起始处的图形样式。

（5）标签：用于设置输出标签的类型，是否插入中间物，若插入中间物，在“显示值”下拉列表中选择“中等”，并要在“间隔”文本框中设置间隔几个针叶插入中间物。



图 8-14 “偏差度量”对话框

8.2.6 弧长

选择“菜单”→“分析”→“最小半径”命令，打开“最小半径”对话框，如图 8-15 所示。系统提示用户在图形工作区选择一个或者多个表面或曲面作为几何对象。选择几何对象后，系统会在弹出的“信息”窗口中列出选择几何对象的最小曲率半径。若勾选“在最小半径处创建点”复选框，则在选择几何对象的最小曲率半径处将产生一个点标记。

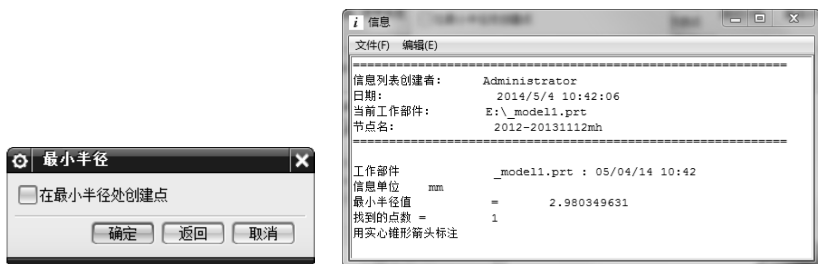


图 8-15 分析“最小半径”

8.3 模型分析

UG 中除了可以查询基本的物体信息之外，还提供了大量的分析工具。信息查询工具获取的是部件中已有的数据，而分析则是根据用户的要求，针对被分析几何对象通过临时的运算来获得所需的结果。

通过使用这些分析工具可以及时发现和处理设计工作中的问题。这些工具除了常规的几

何参数分析之外，还可以对曲线和曲面做光顺性分析，对几何对象做误差和拓扑分析、几何特性分析，计算装配的质量，计算质量特性，对装配做干涉分析等，还可以将结果输成各种数据格式。

8.3.1 几何对象检查

选择“菜单”→“分析”→“检查几何体”命令，打开如图 8-16 所示的“检查几何体”对话框。该功能可以用于计算分析各种类型的几何体对象，找出错误的或无效的几何体，也可以分析面和边等几何对象，找出其中无用的几何对象和错误的数据结构。

“检查几何体”对话框中部分选项的功能如下。

（1）对象检查/检查后状态：该选项组用于设置对象的检查功能，其中包括“微小的”和“未对齐的”两个复选框。

- 微小的：用于在所选几何对象中查找所有微小的实体、面、曲线和边。
- 未对齐的：用于检查所有几何对象和坐标轴的对齐情况。

（2）体检查/检查后状态：该选项组用于设置实体的检查功能，包括以下 4 个选项。

- 数据结构：用于检查每个选择实体中的数据结构有无问题。
- 一致性：用于检查每个所选实体的内部是否有冲突。
- 面相交：用于检查每个所选实体的表面是否相互交叉。
- 片体边界：用于查找所选片体的所有边界。

（3）面检查/检查后状态：该选项组用于设置表面的检查功能，包括以下 3 个选项。

- 光顺性：用于检查 B 表面的平滑过渡情况。
- 自相交：用于检查所有表面是否有自相交情况。
- 锐刺/切口：用于检查表面是否有被分割情况。

（4）边检查/检查后状态：该选项组用于设置边缘的检查功能，包括以下 2 个选项。

- 光顺性：用于检查所有与表面连接但不光滑的边。
- 公差：用于在所选择的边组中查找超出距离误差的边。

（5）检查准则：该卷展栏用于设置临界公差值的大小，包括“距离”和“角度”2 个选项，分别用来设置距离和角度的最大公差值大小。依据几何对象的类型和要检查的项目，在对话框中选择相应的选项并确定所选择的对象后，在“信息”窗口中会列出相应的检查结果，并弹出高亮显示对象的对话框。根据用户需要，在对话框中选择需要高亮显示的对象之后，即可以在绘图工作区中看到存在问题的几何对象。

运用检查几何对象功能只能找出存在问题的几何对象，但不能自动纠正这些问题。用户可以通过高亮显示找到有问题的几何对象，利用相关命令对该模型作修改，否则会影响后续操作。

8.3.2 曲线分析

选择“菜单”→“分析”→“曲线”→“曲线分析”，或依次单击“分析”选项卡→“曲线形状”组→“曲线分析”图标，打开如图 8-17 所示的“曲线分析”对话框。

1．投影

该卷展栏允许指定分析曲线在其上进行投影的平面。可以选择下面 5 个选项中的一个。

（1）无：指定不使用投射平面，表明在原先选中的曲线上进行曲率分析。

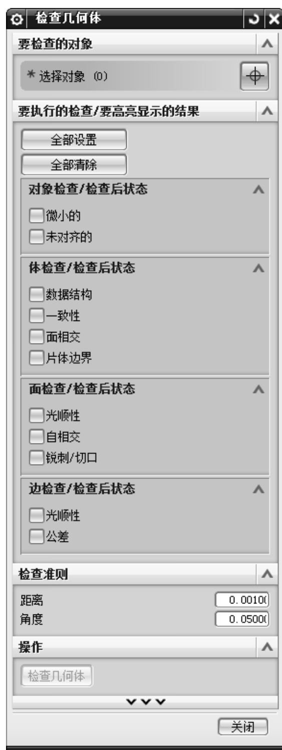


图 8-16 “检查几何体”对话框



图 8-17 “曲线分析”对话框

（2）曲线平面：若选择该单选按钮，则根据选中曲线的形状计算一个平面（称为“曲线的平面”）。例如，一个平面曲线的曲线平面是该曲线所在的平面。3D 曲线的曲线平面是由前两个主长度构成的平面。这是默认设置。

（3）矢量：若选择该单选按钮，则“矢量”选项按钮可用，利用该按钮可定义曲线投影的具体方向。

（4）视图：若选择该单选按钮，则指定投射平面为当前的“工作视图”。

（5）WCS：若选择该单选按钮，则指定投影方向为 *XC*/*YC*/*ZC* 矢量。

2．分析显示

（1）显示曲率梳：若勾选此复选框，则显示已选中曲线、样条或边的曲率梳。

（2）建议比例因子：若勾选此复选框，则将比例因子自动设置为最合适的大小。

（3）针比例：该选项允许通过拖动比例滑尺控制梳状线的长度或比例。“针比例”的数值表示梳状线上齿的长度（该值与曲率值的乘积为梳状线的长度）。

（4）针数：该选项允许控制梳状线中显示的总齿数。齿数对应于需要在曲线上采样的检查点的数量（在 U 起点和 U 最大值指定的范围内）。此数字不能小于 2，默认值为 50。

（5）最大长度：若勾选该复选框，则用户可以指定梳状线元素的最大允许长度。如果为梳状线绘制的线比此处指定的临界值大，则将其修剪至最大允许长度，并在线的末端绘制星号（*）表明这些线已被修剪。

3．点

（1）创建峰值点：该选项用于显示选中曲线、样条或边的峰值点，即局部曲率半径（或曲率的绝对值）达到局部最大值的地方。

（2）创建拐点：该选项用于显示选中曲线、样条或边上的拐点，即曲率矢量从曲线一侧翻转到另一侧的地方，从而清楚地表示出曲率符号发生改变的任何点。

8.3.3 曲面特性分析

UG 提供了 4 种平面分析方式：半径、反射、斜率和距离，下面针对“形状“子菜单中的主要菜单命令进行介绍。

1．半径

选择“菜单”→“分析”→“形状”→“半径”命令，或依次单击“分析”选项卡→“更多”库→“面形状”库→“半径”图标，打开如图 8-18 所示的“面分析-半径”对话框。该选项用于分析曲面的曲率半径变化情况，并且可以用各种方法显示和生成。

（1）半径类型：用于指定欲分析的曲率半径类型，该下拉列表中包含 8 种半径类型。

（2）显示类型：用于指定分析结果的显示类型，该下拉列表中包含 3 种显示类型。图形区的右边将显示一个“色谱表”，将分析结果与“色谱表”比较，就可以由“色谱表”上的半径数值了解表面的曲率半径，如图 8-19 所示。

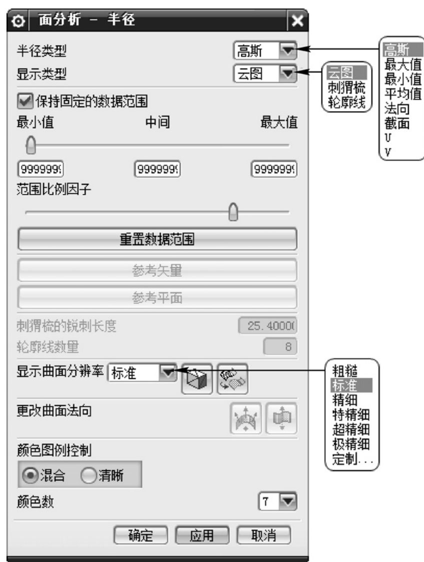


图 8-18 “面分析-半径”对话框

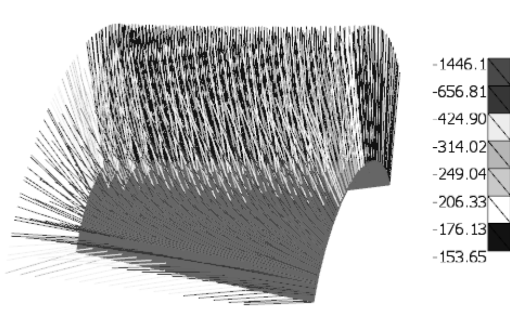


图 8-19 刺猬梳显示分析结果及色谱表

（3）保持固定的数据范围：若勾选该复选框，则可以输入最大值、最小值来扩大或缩小“色谱表”的量程；也可以通过拖动滑动按钮来改变中间值使量程上移或下移。取消勾选该复选框，“色谱表”的量程恢复默认值，此时只能通过拖动滑动按钮来改变中间值使量程上移或下移，最大、最小值不能通过输入改变。需要注意的是，因为“色谱表”的量程可以改变，所以一种颜色并不固定地表达一种半径值，但是“色谱表”的数值始终反映的是表面上对应颜色区的实际曲率半径值。

（4）范围比例因子：通过拖动滑块改变比例因子扩大或缩小所选“色谱表”的量程。

（5）重置数据范围：恢复“色谱表”的默认量程。

（6）参考矢量：分析法向（正常）半径时，由此按钮通过矢量构造器指定参考矢量。

（7）参考平面：分析截面的半径时，由此按钮通过平面构造器指定参考平面。

（8）刺猬梳的锐刺长度：用于设置刺猬梳针的长度。

（9）显示曲面分辨率：用于指定分析公差。公差值越小，分析精度越高，分析速度也越慢。该下拉列表中包含 7 种公差类型。

（10）显示小平面边缘：单击此按钮，显示由曲率分辨率决定的小平面的边。显示曲率分辨率越高，小平面越小。关闭此按钮，小平面的边消失。

（11）重新高亮显示面：使被分析过的表面重新高亮显示，便于除选或选取其他平面。

（12）更改曲面法向：通过两种方法之一来改变被分析表面的法线方向。通过在表面的一侧指定一个点来指示表面的内侧，从而决定法线方向；通过选取表面，使被选取的表面的法线方向反转。

2．反射

选择“菜单”→“分析”→“形状”→“反射”命令，或依次单击“分析”选项卡→“面形状”组→“反射”图标，打开如图 8-20 所示的“面分析-反射”对话框。用户可以利用该对话框分析曲面的连续性。这是在飞机、汽车设计中最常用的曲面分析命令，它可以很好地表现一些严格曲面的表面质量。

“面分析-反射”对话框中选项的功能如下。

（1）图像类型：该选项用于选择使用哪种方式的图像来表现图片的质量。可以选择软件推荐的图片，也可以使用自己的图片。UG 将使用这些图片体和在目标表面上，对曲面进行分析。

（2）当前图像：对应每一种类型，可以选用不同的图片。最常使用的是第二种斑马纹分析。可以详细设置其中的条纹数目等。

● 线的数量：通过下拉列表框指定黑色条纹或彩色条纹的数量。
● 线的方向：通过下拉列表框指定条纹的方向。
● 线的宽度：通过下拉列表框指定黑色条纹的粗细。

（3）面反射度：该选项用于调整面的反光效果，以便更好地观察。

（4）移动图像：通过滑块，可以调整图片在曲面上的反光位置。

（5）图像大小：该选项用于指定用来反射的图片的大小。

（6）显示曲面分辨率：该选项用于指定分辨率的大小。

（7）更改曲面法向：该选项用于改变曲面的法向。

通过使用反射分析，可以分析曲面的 C0、C1、C2 连续性。

3．斜率

选择“菜单”→“分析”→“形状”→“斜率”命令，或依次单击“分析”选项卡→“更多”库→“面形状”库→“斜率”图标，打开如图 8-21 所示的“矢量”对话框。指定参考矢量，单击“确定”按钮，打开如图 8-22 所示的“面分析-斜率”对话框。该对话框可以用来分析曲面的斜率变化。在模具设计中，正的斜率代表可以直接拔模的地方，因此，这是模具设计最常用的分析功能。该对话框中的选项功能与前述对话框选项用法差异不大，在这里就不再详细介绍了。



图 8-20 “面分析-反射”对话框



图 8-21 “矢量”对话框



图 8-22 “面分析-斜率”对话框

4．距离

选择“菜单”→“分析”→“形状”→“距离”命令，或依次单击“分析”选项卡→“更多”库→“面形状”库→“距离”图标，打开如图 8-23 所示的“平面”对话框。指定参考平面，单击“确定”按钮，打开如图 8-24 所示的“面分析-距离”对话框，用于分析当前曲面和其他曲面之间的距离。



图 8-23 “平面”对话框



图 8-24 “面分析-距离”对话框

第 9 章

曲 面 功 能

UG 不仅提供了基本的特征建模模块，而且提供了强大的自由曲面特征建模及相应的编辑和操作功能。UG 提供了 20 多种自由曲面造型的创建方式，用户可以利用它们完成各种复杂曲面及非规则实体的创建，以及相关的编辑工作。强大的自由曲面功能是 UG 众多模块功能中的亮点之一。

9.1 自由曲面创建

本节主要介绍最基本的曲面命令，即通过点和曲线构建曲面。再进一步介绍由曲面创建曲面的命令功能，掌握最基本的曲面造型方法。

9.1.1 通过点生成曲面

由点生成的曲面是非参数化的，即生成的曲面与原始构造点不关联，当构造点编辑后，曲面不会发生更新变化，但绝大多数命令所构造的曲面都具有参数化的特征。通过点构建的曲面通过全部用来构建曲面的点。

选择“菜单”→“插入”→“曲面”→“通过点”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“更多”库→“曲面”库→“通过点”图标，系统打开如图 9-1 所示的“通过点”对话框。

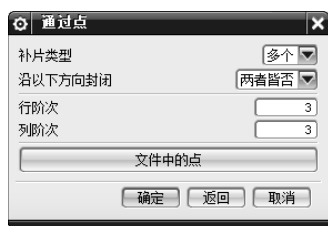


图 9-1 “通过点”对话框

“通过点”对话框中各选项的功能如下。

（1）补片类型：样条曲线可以由单段或者多段曲线构成，片体也可以由单个补片或者多个补片构成。

- 单个：所建立的片体只包含单一的补片。单个补片的片体是由一个曲面参数方程来表达的。
- 多个：所建立的片体是一系列单补片的阵列。多个补片的片体是由两个以上的曲面参数方程来表达的。一般，构建较精密片体采用多个补片的方法。

（2）沿以下方向封闭：设置一个或多个补片片体是否封闭及它的封闭方式。4 个选项如下。

- 两者皆否：片体以指定的点开始和结束，列方向与行方向都不封闭。
- 行：点的第一列变成最后一列。
- 列：点的第一行变成最后一行。
- 两者皆是：指的是在行方向和列方向上都封闭。如果选择在两个方向上都封闭，生成的将是实体。

（3）行阶次和列阶次：分别在相应的文本框中输入数值设置行阶次和列阶次。

- 行阶次：定义了片体 U 方向的阶数。
- 列阶次：大致垂直于片体行的纵向曲线方向 V 方向的阶数。

（4）文件中的点：单击该按钮后，可以通过选择包含点的文件来定义这些点。

完成“通过点”对话框的设置后，单击“确定”按钮，系统会打开如图 9-2 所示的“过点”对话框。用户可利用该对话框选取定义点。

“过点”对话框中各选项的功能如下。

1）全部成链：“全部成链”用于链接窗口中已存在的定义点，单击该按钮后会打开如图 9-3 所示的对话框，它用来定义起点和终点，自动快速获取起点与终点之间链接的点。



图 9-2 “过点”对话框



图 9-3 “指定点”对话框

2）在矩形内的对象成链：通过拖动鼠标形成矩形方框来选取所要定义的点，矩形方框内包含的所有点将被链接。

3）在多边形内的对象成链：通过鼠标定义多边形框来选取定义点，多边形框内的所有点将被链接。

4）点构造器：通过点构造器来选取定义点的位置，会打开如图 9-4 所示的对话框，需要用户逐点选取，所要选取的每个点都要单击。每指定一列点后，系统都会打开如图 9-5 所示的对话框，提示是否确定当前所定义的点。



图 9-4 “点”对话框



图 9-5 “点确定”对话框

如想创建如图 9-6 所示的定义点，在“过点”对话框中单击“全部成链”按钮，选点时只需选取起点和终点，选好的第一行如图 9-7 所示。

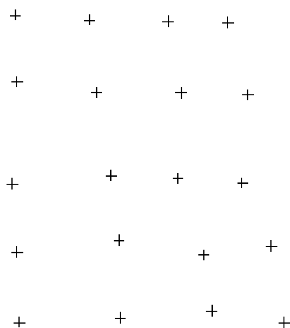


图 9-6 点

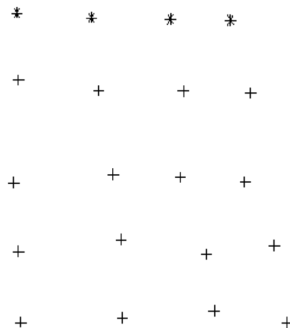
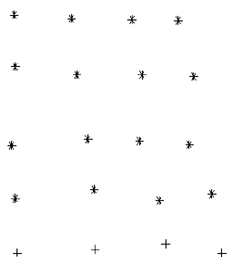
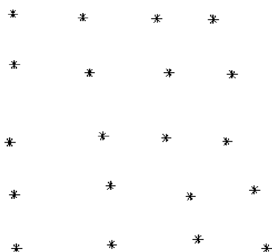
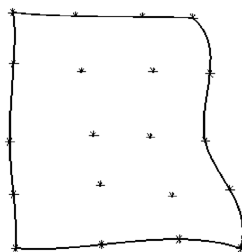


图 9-7 选择第一行的点

当第四行选好时如图 9-8 所示，系统会打开“过点”对话框，单击“指定另一行”，然后指定第五行的起点和终点，选好后如图 9-9 所示，再次打开“过点”对话框，这时单击“所有指定的点”，多补片片体如图 9-10 所示。


图 9-8 选取第四行点


图 9-9 选取第五行点


图 9-10 多补片片体

9.1.2 拟合曲面

选择“菜单”→“插入”→“曲面”→“拟合曲面”命令，或依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“更多”库→“曲面”库→“拟合曲面”图标，系统会打开如图 9-11 所示的“拟合曲面”对话框。

首先需要创建一些数据点，接着选取点，再单击鼠标右键将这些数据点组成一个组才能进行对象的选取（注意组的名称只支持英文），如图 9-12 所示。然后调节各个参数，最后生成所需要的曲面或平面。



图 9-11 “拟合曲面”对话框



图 9-12 “新建组”示意图

“拟合曲面”对话框中相关选项的功能如下。

（1）类型：用户可根据需求拟合自由曲面、拟合平面、拟合球、拟合圆柱和拟合圆锥。

（2）目标：当图标激活时，用户可以选择对象。

（3）拟合方向：拟合方向指定投影方向与方位。有 4 种用于指定拟合方向的方法。

- 最适合：如果用户的目标基本上是矩形，具有可识别的长度和宽度方向以及或多或少

的平面性，则选择此项。拟合方向和 U/Y 方位会自动确定。

- 矢量：如果用户的目标基本上是矩形，具有可识别的长度和宽度方向，但曲率很大，则选择此项。
- 方位：如果用户的目标具有复杂的形状或为旋转对称，则选择此选项。使用方位操控器和矢量对话框指定拟合方向和大致的 U/V 方位。
- CSYS：如果用户的目标具有复杂的形状或为旋转对称，并且用户需要使方位与现有几何体关联，则选择此选项。使用 CSYS 选项和 CSYS 对话框指定拟合方向和大致的 U/V 方位。

（4）边界：通过指定四个新边界点来延长或限制拟合曲面的边界。

（5）参数化：改变 U/V 向的次数和补片数从而调节曲面。

- 次数：指定拟合曲面在 U 向和 V 向的次数。
- 补片：指定 U 向及 V 向的曲面补片数。

（6）光顺因子：拖动滑块可直接影响曲面的平滑度。曲面越平滑，与目标的偏差越大。

（7）结果：UG 根据用户所生成的曲面计算的最大误差和平均误差。

9.1.3 直纹

选择“菜单”→“插入”→“曲面”→“直纹”命令，或依次单击“曲面”选项卡→“更多”库→“曲面网格划分”库→“直纹”图标，系统打开如图 9-13 所示的“直纹”对话框。

截面线串可以由单个或多个对象组成。每个对象可以是曲线、实边或实面，也可以选择曲线的点或端点作为两个截面线串中的第一个。

（1）截面线串 1：单击选择第一组截面曲线。

（2）截面线串 2：单击选择第二组截面曲线。



注意：

在选取截面线串 1 和截面线串 2 时两组的方向要一致，如图 9-14 所示。如果两组截面线串的方向相反，那么，生成的曲面是扭曲的。



图 9-13 “直纹”对话框

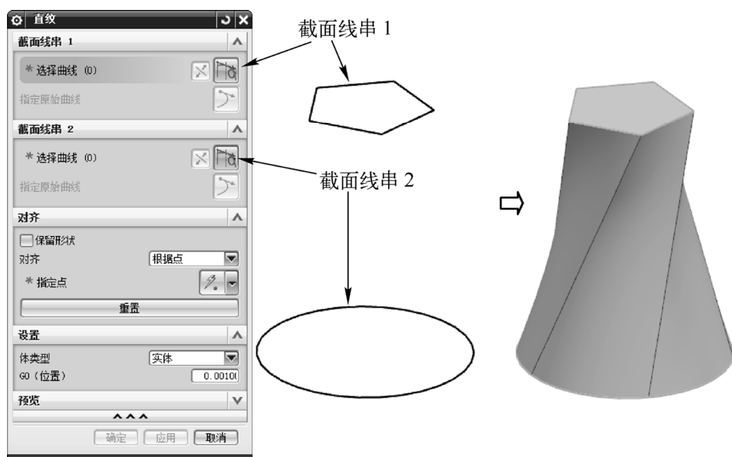


图 9-14 “直纹”示意图

（3）对齐：通过直纹面来构建片体，需要在两组截面线上确定对应点后用直线将对应点连接起来，这样一个曲面就形成了。因此，调整方式选取的不同改变了截面线串上对应点分布的情况，从而调整了构建的片体。在选取线串后可以进行调整方式的设置。调整方式包括参数和根据点两种。

1）参数：在构建曲面特征时，两条截面曲线上所对应的点是根据截面曲线的参数方程进行计算的。所以，两组截面曲线对应的直线部分，是根据等距离来划分连接点的；两组截面曲线对应的曲线部分，是根据等角度来划分连接点的。

选用“参数”方式并选取图 9-15 中所显示的截面曲线来构建曲面，首先设置栅格线。栅格线主要用于曲面的显示，栅格线也称为等参数曲线，执行“菜单”→“首选项”→“建模”命令，系统打开 “建模首选项”对话框，把栅格线中的“U 向计数”和“V 向计数”设置为 6，这样构建的曲面将会显示出网格线。选取线串后，调整方式设置为“参数”，单击“确定”或“应用”按钮，生成的片体如图 9-16 所示。直线部分是根据等弧长来划分连接点的，而曲线部分是根据等角度来划分连接点的。



图 9-15　截面线串



曲线等角度划分

直线等弧长划分

图 9-16　“参数”调整方式构建曲面

如果选取的截面对象都为封闭曲线，生成的是实体，如图 9-17 所示。

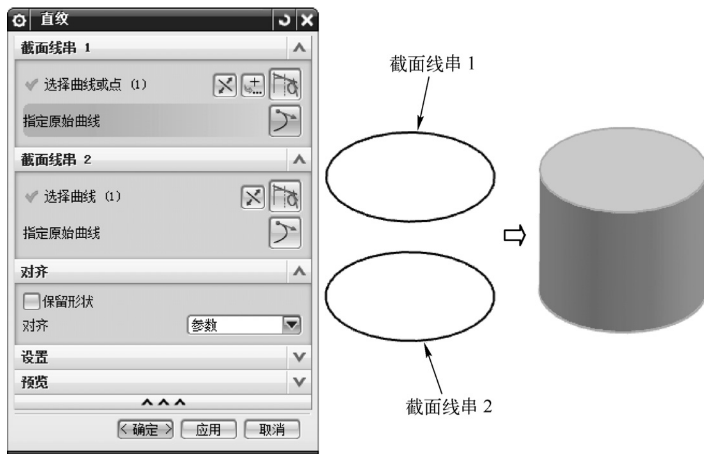


图 9-17　“参数”调整方式构建曲面

2）根据点：在两组截面线串上选取对应的点（同一点允许重复选取）作为强制的对应点，选取的顺序决定着片体的路径走向。一般，在截面线串中含有角点时选择“根据点”方式。

9.1.4 通过曲线组

选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“通过曲线组”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“通过曲线组”图标，系统打开如图 9-18 所示的“通过曲线组”对话框。

该选项让用户通过同一方向上的一组曲线轮廓线生成一个体，如图 9-19 所示。这些曲线轮廓称为截面线串。用户选择的截面线串定义体的行。截面线串可以由单个对象或多个对象组成。每个对象可以是曲线、实边或实面。



图 9-18 “通过曲线组”对话框

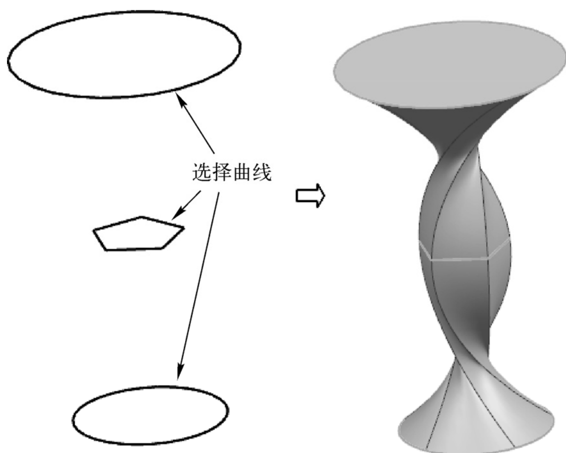


图 9-19 “通过曲线组”示意图

“通过曲线组”对话框中相关选项的功能如下。

1．截面

选取曲线或点：选取截面线串时，一定要注意选取次序，而且每选取一条截面线，都要单击鼠标中键一次，直到所选取线串出现在“列表”列表框中为止，也可对该列表框中的所选截面线串进行删除、上移、下移等操作，以改变选取次序。

2．连续性

（1）第一截面：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在第一个截面线串处相切或曲率连续。

（2）最后截面：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在最后一个截面线串处相切或曲率连续。

3．对齐

让用户控制选定的截面线串之间的点对准。

（1）参数：沿定义曲线将等参数曲线要通过的点以相等的参数间隔隔开，使用每条曲线的整个长度。

（2）弧长：沿定义曲线将等参数曲线将要通过的点以相等的弧长间隔隔开，使用每条曲线的整个长度。

（3）根据点：将不同外形的截面线串间的点对齐。

（4）距离：在指定方向上将点沿每条曲线以相等的距离隔开。

（5）角度：在指定轴线周围将点沿每条曲线以相等的角度隔开。

（6）脊线：将点放置在选定曲线与垂直于输入曲线的平面的相交处。得到的体的宽度取决于这条脊线曲线的限制。

4．输出曲面选项

（1）补片类型：让用户生成一个包含单个面片或多个面片的体。面片是片体的一部分。使用越多的面片来生成片体，用户可以对片体的曲率进行越多的局部控制。当生成片体时，最好将用于定义片体的面片的数目降到最小。限制面片的数目可改善后续程序的性能并产生一个更光滑的片体。

（2）V 向封闭：对于多个片体来说，封闭沿行（U 方向）的体状态取决于选定截面线串的封闭状态。如果所选的线串全部封闭，则产生的体将在 U 方向上封闭。勾选此复选框，片体沿列（V 方向）封闭。

9.1.5 通过曲线网格

选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“通过曲线网格”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“网格曲面”库→“通过曲线网格”图标，系统会打开如图 9-20 所示的“通过曲线网格”对话框。

该选项让用户从沿着两个不同方向的一组现有的曲线轮廓（称为线串）上生成体，如图 9-21 所示。生成的曲线网格体是双三次多项式的。这意味着它在 U 向和 V 向的次数都是三次的（阶次为 3）。该选项只在主线串对和交叉线串对不相交时才有意义。如果线串不相交，生成的体会通过主线串或交叉线串，或两者均分。

“通过曲线网格”对话框中相关选项的功能如下。

（1）第一主线串：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在第一主线串处相切或曲率连续。

（2）最后主线串：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在最后一条主线串处相切或曲率连续。

（3）第一交叉线串：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在第一交叉线串处相切或曲率连续。

（4）最后交叉线串：约束该实体，使得它和一个或多个选定的面或片体在最后一条交叉线串处相切或曲率连续。

（5）着重：让用户决定哪一组控制线串对曲线网格体的形状最有影响。

- 两者皆是：主线串和交叉线串（即横向线串）有同样效果。



图 9-20 “通过曲线网格”对话框

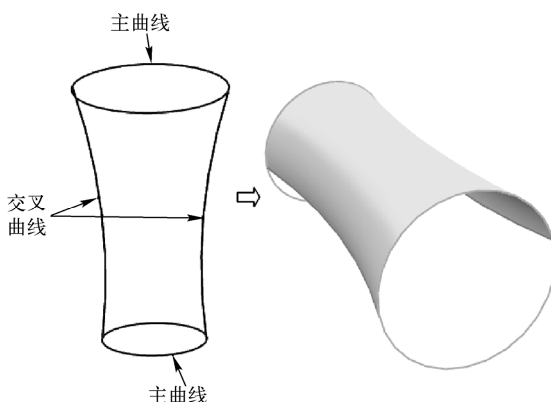


图 9-21 “通过曲线网格”构造曲面示意图

- 主线串：主线串更有影响。
- 交叉线串：交叉线串更有影响。

（6）构造：该下拉列表中有 3 个选项。

- 法向：使用标准过程建立曲线网格曲面。
- 样条点：让用户通过为输入曲线使用点和这些点处的斜率值来生成体。对于此选项，选择的曲线必须是有相同数目定义点的单根 B 曲线。

这些曲线通过它们的定义点临时地重新参数化（保留所有用户定义的斜率值）。这些临时的曲线用于生成体。这有助于用更少的补片生成更简单的体。

- 简单：建立尽可能简单的曲线网格曲面。

（7）重新构建：该选项可以通过重新定义主曲线或交叉曲线的阶次和节点数来帮助用户构建光滑曲面。仅当“构造”选项为“法向”时，该选项可用。

- 无：不需要重构主曲线或交叉曲线。
- 次数和公差：该选项通过手动选取主曲线或交叉曲线来替换原来曲线，并为生成的曲面其指定 U/V 向阶次。节点数会依据 G0、G1、G2 的公差值按需求插入。
- 自动拟合：该选项通过指定最小阶次和分段数来重构曲面，系统会自动尝试利用最小阶次来重构曲面，如果还达不到要求，则会再利用分段数来重构曲面。

（8）G0/G1/G2：该数值用来限制生成的曲面与初始曲线间的公差。G0 默认值为位置公差；G1 默认值为相切公差；G2 默认值为曲率公差。

9.1.6 剖切曲面

选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“截面”命令，或依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“更多”库→“扫掠”库→“剖切曲面”图标，系统会打开如图 9-22 所示的“剖切曲面”对话框。



图 9-22 “剖切曲面”对话框

该选项通过使用二次构造技巧定义的截面来构造体。截面自由形式特征作为位于预先描述平面内的截面曲线的无限族，开始和终止并且通过某些选定控制曲线。另外，系统从控制曲线直接获取二次端点切矢，并且使用连续的二维二次外形参数沿体改变截面的整个外形。

为符合工业标准并且便于数据传递，“截面”选项产生带有 B 曲面的体作为输出。

“剖切曲面”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型：可选择二次曲线、圆形、三次和线性。

（2）模态：根据选择的类型所列出的各个模态。若类型为“二次曲线”，则模态包括肩、Rho、高亮显示、四点-斜率和五点；若类型为“圆形”，则模态包括三点、两点-半径、两点-斜率、半径-角度-圆弧、中心半径和相切半径；若类型为“三次”，则模态包括两个斜率和圆角桥接。

（3）引导线：用于指定起始位置和结束位置，在某些情况下，指定剖切曲面的内部形状。

（4）斜率控制：用于控制来自起始边或终止边的任一者或两者、单一顶线或者起始面或终止面的剖切曲面的形状。

（5）截面控制：控制在剖切曲面中定义截面的方式。根据选择的类型，这些选项可以在曲线、边或面选择的规律定义之间变化。

（6）脊线：用于控制已计算剖切平面的方位。

（7）设置：用于控制 U 方向上的截面形状，设置重建和公差选项，以及创建顶线。

各选项部分组合功能如下。

1）二次曲线-肩线-按顶线：可以使用这个选项生成起始于第一条选定曲线、通过一条称

为肩曲线的内部曲线并且终止于第三条选定曲线的截面自由形式特征。每个端点的斜率由选定顶线定义，如图 9-23 所示。

2）二次曲线-肩线-按曲线：该选项可以生成起始于第一条选定曲线、通过一条内部曲线（称为肩曲线）并且终止于第三条曲线的截面自由形式特征。切矢在起始边和终止边由两个不相关的切矢控制曲线定义，如图 9-24 所示。

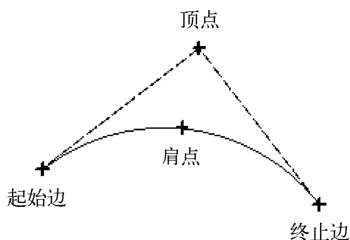


图 9-23 “二次曲线-肩线-按顶线”示意图

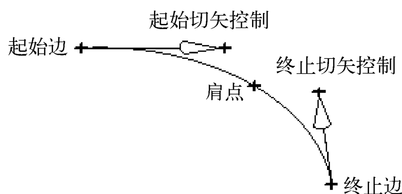


图 9-24 “二次曲线-肩线-按曲线”示意图

3）二次曲线-肩线-按面：可以使用这个选项生成截面自由形式特征。该特征在分别位于两个体上的两条曲线间形成光顺的圆角。体起始于第一条选定曲线，与第一个选定体相切，终止于第二条曲线，与第二个体相切，并且通过肩曲线，如图 9-25 所示。

4）圆形-三点：该选项可以通过选择起始边曲线、内部曲线、终止边曲线和脊线曲线来生成截面自由形式特征。片体的截面是圆弧，如图 9-26 所示。

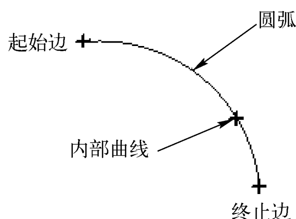


图 9-25 “二次曲线-肩线-按面”示意图

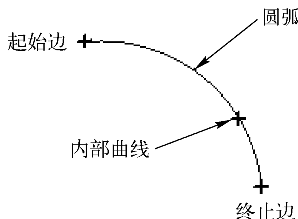


图 9-26 “圆形-三点”示意图

5）二次曲线-Rho-按顶线：可以使用这个选项来生成起始于第一条选定曲线并且终止于第二条曲线的截面自由形式特征。每个端点的切矢由选定的顶线定义。每个二次截面的完整性由相应的 *Rho* 值控制，如图 9-27 所示。

6）二次曲线-Rho-按曲线：该选项可以生成起始于第一条选定边曲线并且终止于第二条边曲线的截面自由形式特征。切矢在起始点和终止点由两个不相关的切矢控制曲线定义。每个二次截面的完整性由相应的 *Rho* 值控制，如图 9-28 所示。

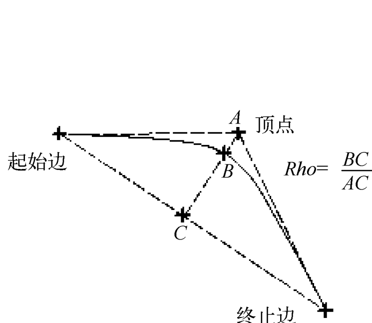


图 9-27 “二次曲线-Rho-按顶线”示意图

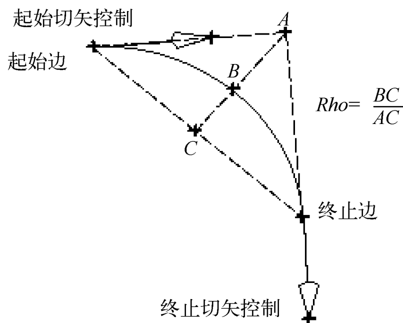


图 9-28 “二次曲线-Rho-按曲线”示意图

7）二次曲线-Rho-按面：可以使用这个选项生成截面自由形式特征。该特征在分别位于两个体上的两条曲线间形成光顺的圆角。每个二次截面的完整性由相应的 *Rho* 值控制，如图 9-29 所示。

8）圆形-两点-半径：该选项生成带有指定半径圆弧截面的体。对于脊线方向，从第一条选定曲线到第二条选定曲线以逆时针方向生成体。半径必须至少是每个截面的起始边与终止边之间距离的一半，如图 9-30 所示。

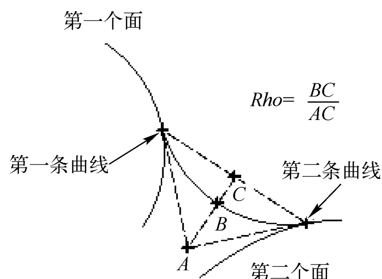


图 9-29 “二次曲线-Rho-按面”示意图

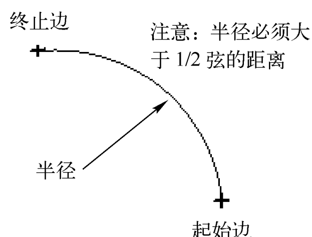


图 9-30 “圆形-两点-半径”示意图

9）二次曲线-高亮显示-按顶线：该选项可以生成带有起始于第一条选定曲线并终止于第二条曲线而且与指定直线相切的二次截面的体。每个端点的切矢由选定顶线定义，如图 9-31 所示。

10）二次曲线-高亮显示-按曲线：该选项可以生成带有起始于第一条选定边曲线并终止于第二条边曲线而且与指定直线相切的二次截面的体。切矢在起始点和终止点由两个不相关的切矢控制曲线定义，如图 9-32 所示。

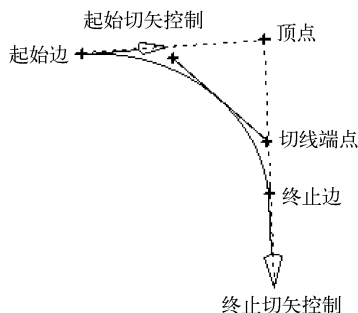


图 9-31 “二次曲线-高亮显示-按顶线”示意图

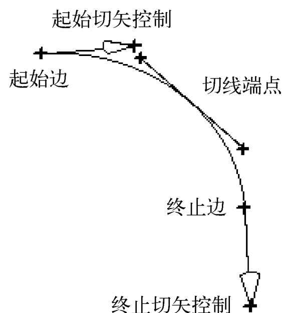


图 9-32 “二次曲线-高亮显示-按曲线”示意图

11）二次曲线-高亮显示-按面：可以使用这个选项生成带有在分别位于两个体上的两条曲线之间构成光顺圆角并与指定直线相切的二次截面的体，如图 9-33 所示。

12）圆形-两点-斜率：该选项可以生成起始于第一条选定边曲线并且终止于第二条边曲线的截面自由形式特征。切矢在起始处由选定的控制曲线决定。片体的截面是圆弧，如图 9-34 所示。

13）二次曲线-四点斜率：该选项可以生成起始于第一条选定曲线、通过两条内部曲线并且终止于第四条曲线的截面自由形式特征。也可以定义起始切矢的切矢控制曲线，如图 9-35 所示。

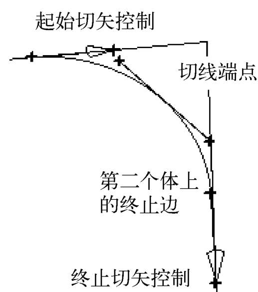


图 9-33 “二次曲线-高亮显示-按面”示意图

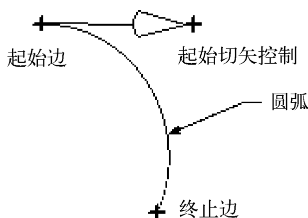


图 9-34 “圆形-两点-斜率”示意图

14）三次曲线-两个斜率：该选项生成带有截面的 S 形的体，该截面在两条选定边曲线之间构成光顺的三次圆角。切矢在起始点和终止点由两个不相关的切矢控制曲线定义，如图 9-36 所示。

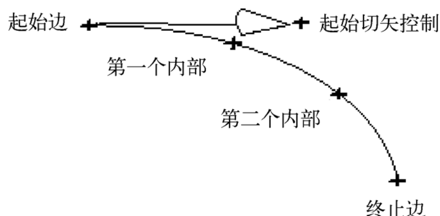


图 9-35 “二次曲线-四点斜率”示意图

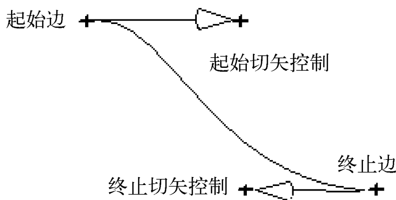


图 9-36 “三次曲线-两个斜率”示意图

15）三次曲线-圆角桥接：该选项生成一个体，该体带有在位于两组面上的两条曲线之间构成桥接的截面，如图 9-37 所示。

16）圆形-半径/角度/圆弧：该选项可以通过在选定边、相切面、体的曲率半径和体的张角上定义起始点来生成带有圆弧截面的体。角度可以在-170°～0° 或 0°～170° 变化，但是禁止通过零。半径必须大于零。曲面的默认位置在面法向的方向上，或者可以将曲面反向到相切面的反方向，如图 9-38 所示。

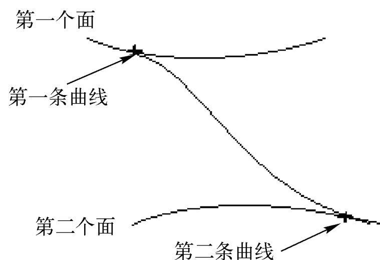


图 9-37 “三次曲线-圆角桥接”示意图

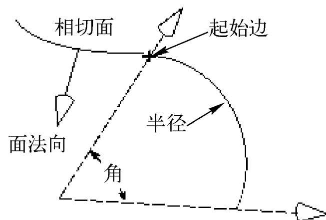


图 9-38 “圆形-半径/角度/圆弧”示意图

17）二次曲线-五点：该选项可以使用 5 条已有曲线作为控制曲线来生成截面自由形式特征。体起始于第一条选定曲线，通过 3 条选定的内部控制曲线，并且终止于第 5 条选定的曲线。而且提示选择脊线曲线。5 条控制曲线必须完全不同，但是脊线曲线可以为先前选定的控制曲线，如图 9-39 所示。

18）线性：该选项可以生成与一个或多个面相切的线性截面曲面。选择其相切面、起始

曲面和脊线来生成这个曲面，如图 9-40 所示。

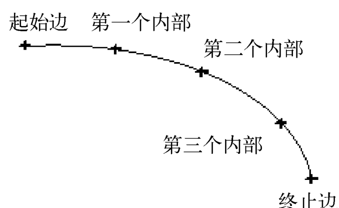


图 9-39 “二次曲线-五点”示意图

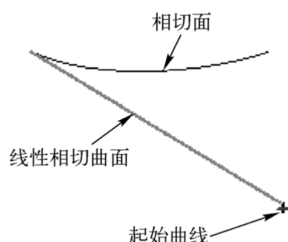


图 9-40 “线性”示意图

19）圆形-相切半径：该选项可以生成与面相切的圆弧截面曲面。通过选择其相切面、起始曲线和脊线并定义曲面的半径来生成这个曲面，如图 9-41 所示。

20）圆形-中心半径：可以使用这个选项生成整圆截面曲面。选择引导线串、可选方向线串和脊线来生成圆截面曲面，然后定义曲面的半径，如图 9-42 所示。

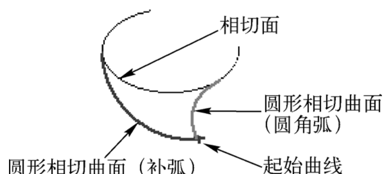


图 9-41 “圆形-相切半径”示意图

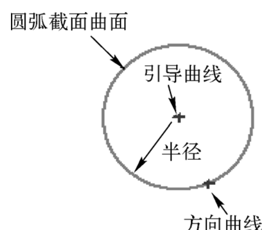


图 9-42 “圆形-中心半径”示意图

9.1.7 艺术曲面

选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“艺术曲面”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“网格曲面”库→“艺术曲面”图标，系统打开如图 9-43 所示的“艺术曲面”对话框。

“艺术曲面”对话框中各选项的功能如下。

1．截面（主要）曲线

每选择一组曲线，就可以通过单击鼠标中键完成选择，如果方向相反，可以单击该面板中的“反向”按钮。

2．引导（交叉）曲线

在选择交叉线串的过程中，如果选择的交叉曲线方向与已经选择的交叉线串的曲线方向相反，则可以通过单击“反向”按钮将交叉曲线的方向反向。如果选择多组引导曲线，那么在该卷展栏的“列表”列表框中会将所有选择的曲线都通过列表方式表示出来。

3．连续性

可以设置的连续性过渡方式如下。

（1）G0（位置）方式，通过点连接方式和其他部分相连接。

（2）G1（相切）方式，通过该曲线的艺术曲面与其相连接的曲面通过相切方式进行连接。

（3）G2（曲率）方式，通过相应曲线的艺术曲面与其相连接的曲面通过曲率方式进行连

接，在公共边上具有相同的曲率半径，且通过相切连接，从而实现曲面的光滑过渡。



图 9-43 “艺术曲面”对话框

4．输出曲面选项

（1）对齐：该下拉列表中包含以下 3 个选项。

- 参数：截面曲线在生成艺术曲面时（尤其是在通过截面曲线生成艺术曲面时），系统将根据所设置的参数来完成各截面曲线之间的连接过渡。
- 弧长：截面曲线将根据各曲线的圆弧长度来计算曲面的连接过渡方式。
- 根据点：可以在连接的几组截面曲线上指定若干点，两组截面曲线之间的曲面连接关系将会根据这些点来进行计算。

（2）过渡控制：该下拉列表中主要包含以下选项。

- 垂直于终止截面：连接的平移曲线在终止截面处将垂直于此截面。
- 垂直于所有截面：连接的平移曲线在每个截面处都将垂直于此截面。
- 三次：系统构造的这些平移曲线是三次曲线，所构造的艺术曲面即通过截面曲线组合这些平移曲线来连接和过渡。
- 线形和圆角：系统将通过线性方式对连接生成的曲面进行倒角。

9.1.8 N边曲面

选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“N 边曲面”命令，或者依次单击“曲面“选项卡→“曲面”组→“N 边曲面”图标，系统打开如图 9-44 所示的“N 边曲面”对话框。

（1）类型可以选择已修剪和三角形两种方式。

- 已修剪：在封闭的边界上生成一张曲面，它覆盖被选定曲面封闭环内的整个区域。
- 三角形：在已经选择的封闭曲线串中，构建一张由多个三角补片组成的曲面，其中的三角补片相交于一点。

（2）外环：选择一个轮廓以组成曲线或边的封闭环。

（3）约束面：选择外部表面来定义相切约束。



图 9-44 “N 边曲面”对话框

9.1.9 扫掠

选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“扫掠”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“扫掠”图标，打开如图 9-45 所示的“扫掠”对话框。

该选项可以用来构造扫掠体，如图 9-46 所示。用预先描述的方式，沿一条空间路径移动的曲线轮廓线将扫掠体定义为扫掠外形轮廓。移动曲线轮廓线称为截面线串。该路径称为引导线串，因为它引导运动。



图 9-45 “扫掠”对话框

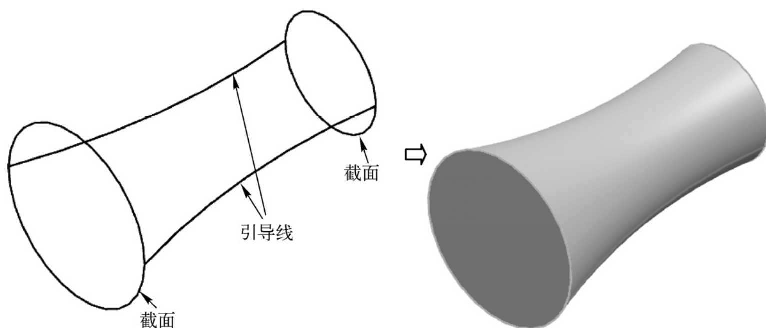


图 9-46 “扫掠”示意图

引导线串在扫掠方向上控制着扫掠体的方向和比例。引导线串可以由单个或多个分段组成。每个分段可以是曲线、实体边或实体面。每条引导线串的所有对象必须光顺而且连续。必须提供一条、两条或三条引导线串。截面线串不必光顺，而且每条截面线串内的对象的数量可以不同。可以输入从 1 到最大数量为 150 的任何数量的截面线串。

如果所有选定的引导线串形成封闭循环，则第一条截面线串可以作为最后一条截面线串重新选定。

“扫掠”对话框中部分选项的功能如下。

1．定位方法

（1）固定：在截面线串沿着引导线串移动时，它保持固定的方向，并且结果是简单的平行或平移的扫掠。

（2）面的法向：局部坐标系的第二个轴和沿引导线串的各个点处的某基面的法向矢量一致，以约束截面线串和基面的联系。

（3）矢量方向：局部坐标系的第二个轴和用户在整个引导线串上指定的矢量一致。

（4）另一曲线：通过连接引导线串上相应的点和另一条曲线来获得局部坐标系的第二个轴（就好像在它们之间建立了一个直纹的片体）。

（5）一个点：和“另一曲线”相似，不同之处在于，获得第二个轴的方法是通过引导线串和点之间的三面直纹片体的等价物。

（6）强制方向：在沿着引导线串扫掠截面线串时，让用户把截面的方向固定在一个矢量方向。

2．缩放方法

（1）固定：让用户输入一个比例因子，它沿着整个引导线串保持不变。

（2）倒圆功能：在指定的起始比例因子和终止比例因子之间允许线性的或三次的比例，那些起始比例因子和终止比例因子对应于引导线串的起点和终点。

（3）另一曲线：类似于方向控制中的“另一曲线”，但是此处在任意给定点的比例是以引导线串和其他的曲线或实边之间的画线长度为基础的。

（4）一个点：和“另一曲线”相同，但是，是使用点而不是曲线。选择此种形式的比例控制的同时，还可以使用同一个点作方向控制（在构造三面扫掠时）。

（5）面积规律：让用户使用规律子功能控制扫掠体的交叉截面面积。

（6）周长规律：类似于“面积规律”，不同的是，用户控制扫掠体的交叉截面的周长，而不是它的面积。

9.1.10 实例——头盔

利用前面所学的曲面知识，创建如图 9-47 所示的头盔。



光盘\视频教学\第9章\头盔.avi



操作步骤

1．打开文件

选择“菜单”→“文件”→“打开”命令或依次单击“主页”选项卡→“打开”图标，

打开“打开”对话框。打开光盘附带文件 yuanwenjian\11\ TouKui.prt 零件，如图 9-48 所示。

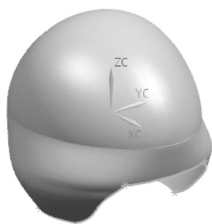


图 9-47　最终示意图

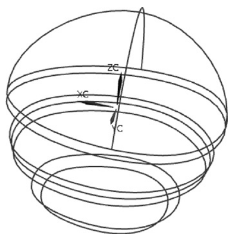


图 9-48　TouKui.prt 示意图

2．头盔上部制作

（1）打断图 9-49 所示的曲线。选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，或依次单击“视图”选项卡→“可见性”组→“图层设置”图标，打开如图 9-50 所示的“图层设置”对话框，取消 10 层的勾选，将第 10 层设置为不可见。单击“关闭”按钮，退出该对话框。视图显示如图 9-51 所示。

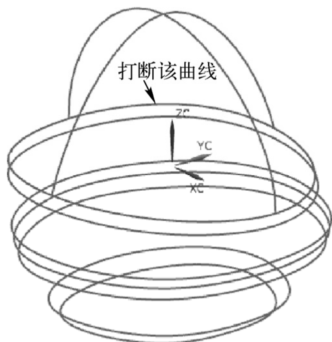


图 9-49　需要被打断的曲线



图 9-50　“图层设置”对话框

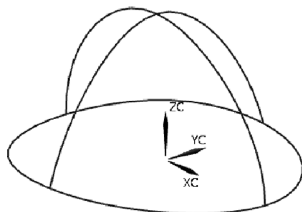


图 9-51　完成步骤（1）后示意图

（2）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“分割”命令，或依次单击“曲线”选项卡→“更多”库→“编辑曲线”库→“分割曲线”图标，打开如图 9-52 所示的“分割曲线”对话框，“类型”选择“按边界对象”，选择图 9-53 所示的对象。

（3）选取如图 9-53 所示的边界对象 1，指定相交点 1，再选择边界对象 1，指定相交点 4。单击“确定”按钮，曲线在交点处断开。

（4）同理，将断开的曲线再分别在相交点 2 和相交点 3 断开。

（5）选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“扫掠”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“扫掠”图标，弹出“扫掠”对话框，选取如图 9-54 所示的截面曲线和引导线。注意在“扫掠“对话框中选取引导线时，先选取引导线 1 再添加新集选取引导线 2，单击“确定”按钮，完成扫掠操作，如图 9-55 所示。同理，完成另外半部分头盔的扫掠操作，如图 9-56 所示。



图 9-52 “分割曲线”对话框

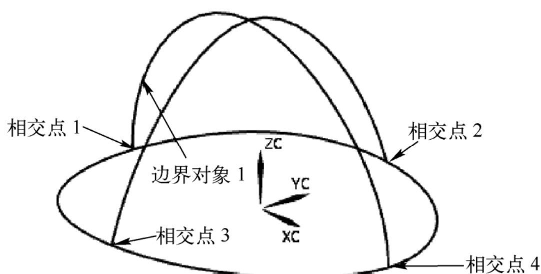


图 9-53 选取边界对象

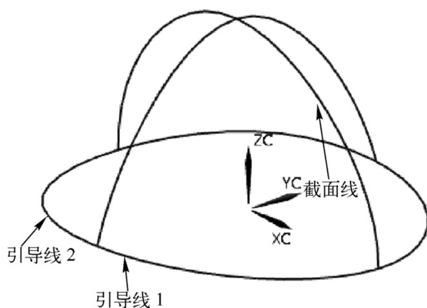


图 9-54 曲线选取

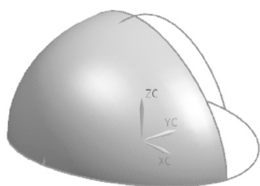


图 9-55 完成扫掠



图 9-56 完成头盔上部的绘制

3．头盔下部制作

（1）选择“菜单”→“文件”→“首选项”→“建模”命令，系统弹出如图 9-57 所示的“建模首选项”对话框，设置“体类型”为“片体”，单击“确定”按钮。

（2）选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，或依次单击“视图”选项卡→“可见性”组→“图层设置”图标，打开如图 9-58 示的“图层设置”对话框。选中第 10 层，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“工作”命令，将第 10 层设置为工作层。将第 1 层对应的复选框取消勾选，将第 1 层设置为不可见。单击“关闭”按钮，退出该对话框，视图显示如图 9-59 所示。

（3）选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“通过曲线组”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“通过曲线组”图标，弹出如图 9-60 所示的“通过曲线组”对话框。依次选取图 9-61 中的 7 条曲线，每次选取一对象之后，都需要单击鼠标中键以完成本次对象的选取。需要注意的是，每个线串的起始方向一定要一致，如果有方向不一致的话，则必须重新选择。完成选取后如图 9-61 所示。

（4）保持图 9-59 中的默认设置，单击“确定”按钮，完成头盔下部制作，如图 9-62 所示。

4．两侧辅助面生成

（1）选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，或依次单击“视图”选项卡→“可见性”组→“图层设置”图标，打开如图 9-58 所示的“图层设置”对话框。选中第 5 层，单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“工作“命令，将第 5 层设置为工作层。将第 10 层对应的复选框取消勾选，将第 10 层设置为不可见。单击“关闭”按钮，退出该对话框。视图显示如图 9-63 所示。



图 9-57 “建模首选项”对话框



图 9-58 “图层设置”对话框

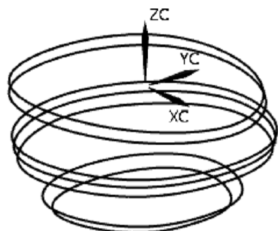


图 9-59 完成步骤（2）后示意图



图 9-60 “通过曲线组”设置对话框

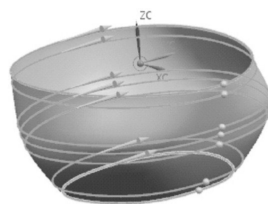


图 9-61 完成选取对象后示意图

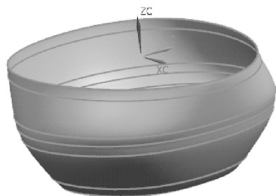


图 9-62 完成的头盔下部示意图

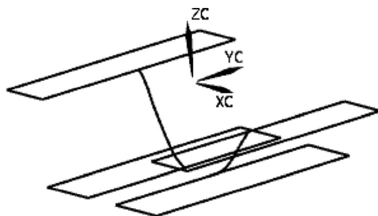


图 9-63 显示辅助面图层

（2）选择“菜单”→“插入”→“扫掠”→“沿引导线扫掠”命令，弹出如图 9-64 所示的“沿引导线扫掠”对话框。选取如图 9-65 所示截面线，然后选择如图 9-65 所示引导线，保留默认设置，单击“应用”按钮，完成扫掠后如图 9-66 所示。



图 9-64 “沿引导线扫掠”对话框

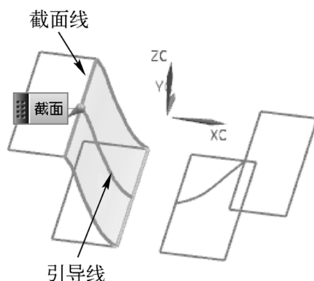


图 9-65 选取截面线串和引导线

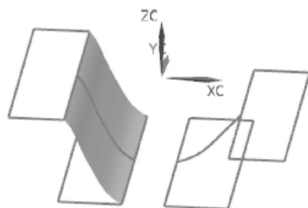


图 9-66 完成步骤（2）后示意图

（3）同理，仿照步骤（2），完成另一侧对象的扫掠操作，完成后如图 9-67 所示。

（4）选择“菜单”→“插入”→“曲面”→“有界平面”命令，系统弹出如图 9-68 所示的“有界平面”对话框，选取如图 9-69 所示的 4 条边，单击“确定”按钮，完成平面创建操作。

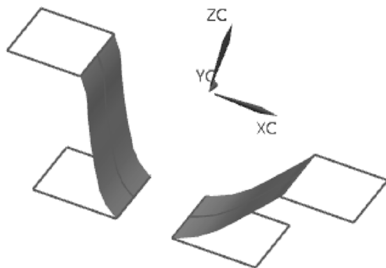


图 9-67 完成步骤（3）后示意图



图 9-68 “有界平面”对话框

（5）同理，仿照步骤（4），完成其余平面的创建，完成后如图 9-70 所示。

5．修剪两侧

（1）选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，或依次单击“视图”选项卡→“可见性”组→“图层设置”图标，打开如图 9-58 所示的“图层按设置”对话框，选中第 10 层，勾选“可见”栏中的复选框，将第 10 层设置为可见的。单击“关闭”按钮，退出该对话框。视图显示如图 9-71 所示。

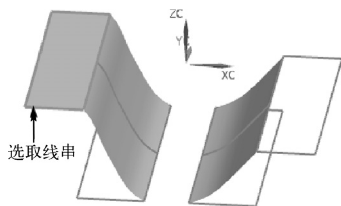


图 9-69 选取边界对象

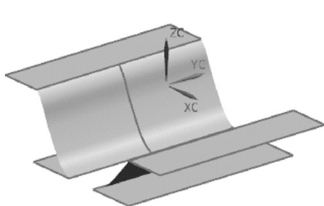


图 9-70 完成步骤（5）后示意图

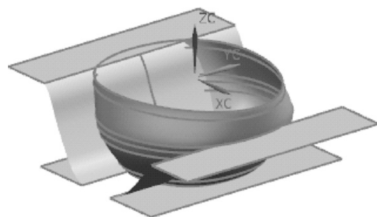


图 9-71 完成步骤（1）后示意图

（2）选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪片体”命令，系统弹出如图 9-72 所示的“修剪片体”对话框，选取头盔下部为目标片体，然后依次选择图 9-73 中的各个平面作为修剪对象。



图 9-72 “修剪片体”对话框

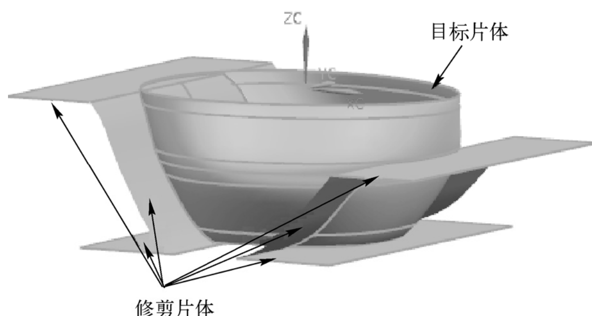


图 9-73 获取修剪对象

（3）完成修剪面的选取后，单击图 9-72 所示对话框中的“确定”按钮，完成修剪后的模型如图 9-74 所示。

（4）选择“菜单”→“格式”→“图层设置”命令，或依次单击“视图”选项卡→“可见性”组→“图层设置”图标，打开如图 9-58 所示的“图层设置”对话框。将第 1 层设置为工作层，将第 10 层设置为可见的，将第 5 层设置为不可见的。单击“关闭”按钮，退出该对话框。视图显示如图 9-75 所示。

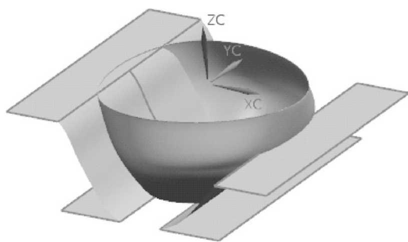


图 9-74 完成步骤（3）后示意图

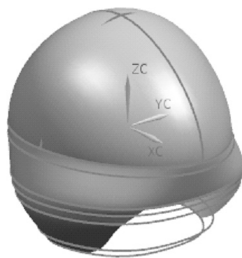


图 9-75 完成步骤（4）后示意图

（5）按〈Ctrl+B〉组合键，选择曲线类型，将显示出来的所有曲线消隐掉。然后选择“菜单”→“插入”→“组合”→“缝合”命令，系统弹出如图 9-76 所示的“缝合”对话框，选择片体类型，选取头盔上部为目标片体，选取头盔下部为工具片体，然后单击图 9-76 所示对话框中的“确定”按钮，完成片体的缝合。最终模型如图 9-77 所示。



图 9-76 “缝合”对话框

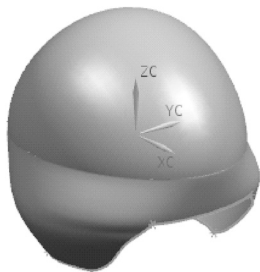


图 9-77 模型最终示意图

9.2 曲面操作

9.2.1 延伸

选择“菜单”→“插入”→“弯边曲面”→“延伸”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“更多”库→“弯边曲面”库→“延伸曲面”图标，系统打开如图 9-78 所示的“延伸曲面”对话框。

该选项让用户从现有的基片体上生成切向延伸片体、曲面法向延伸片体、角度控制的延伸片体或圆弧控制的延伸片体。



图 9-78 “延伸曲面”对话框

“延伸曲面”对话框中部分选项的功能如下。

（1）边：选择要延伸的边后，选择延伸方法并输入延伸的长度或百分比以延伸曲面。

- 相切：该选项让用户生成相切于面、边或拐角的体。切向延伸通常是相邻于现有基面的边或拐角而生成的，这是一种扩展基面的方法。这两个体在相应的点处拥有公共的切面，因而，它们之间的过渡是平滑的，示意图如图 9-79 所示。



图 9-79 相切示意图

- 圆形：该选项让用户从光顺曲面的边上生成一个圆弧的延伸。该延伸遵循沿着选定边的曲率半径，示意图如图 9-80 所示。

要生成圆弧的边界延伸，选定的基曲线必须是面的未裁剪的边。延伸的曲面边的长度不能大于任何由原始曲面边的曲率确定半径的区域的整圆的长度。

（2）拐角：选择要延伸的曲面，在“%U 长度”和“%V 长度”文本框中输入拐角长度，示意图如图 9-81 所示。



图 9-80 “圆形”示意图

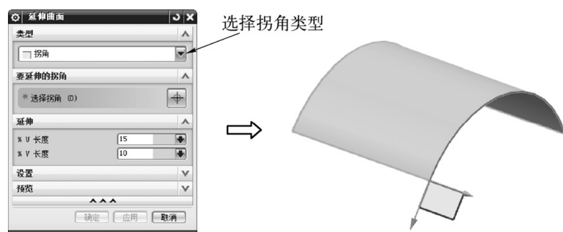


图 9-81 拐角示意图

9.2.2 规律延伸

选择“菜单”→“插入”→“弯边曲面”→“规律延伸”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“规律延伸”图标，打开如图 9-82 所示的“规律延伸”对话框。

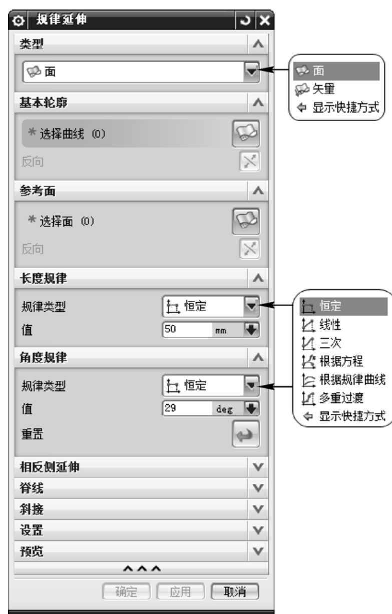


图 9-82 “规律延伸”对话框

“规律延伸”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型：可以选择面和矢量。

- 面：指定使用一个或多个面来为延伸曲面组成一个参考坐标系。参考坐标系建立在“基

本曲线串”的中点上，示意图如图 9-83 和图 9-84 所示。

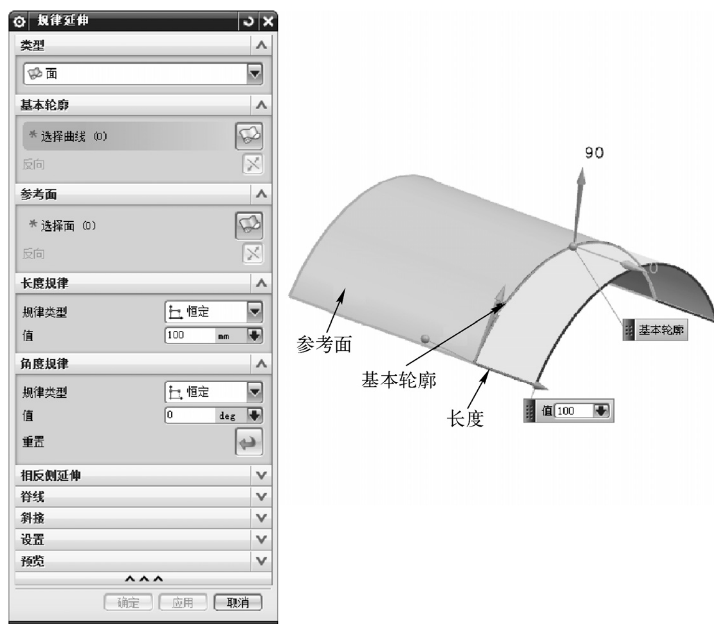


图 9-83 角度为 0° 的“面”规律延伸示意图

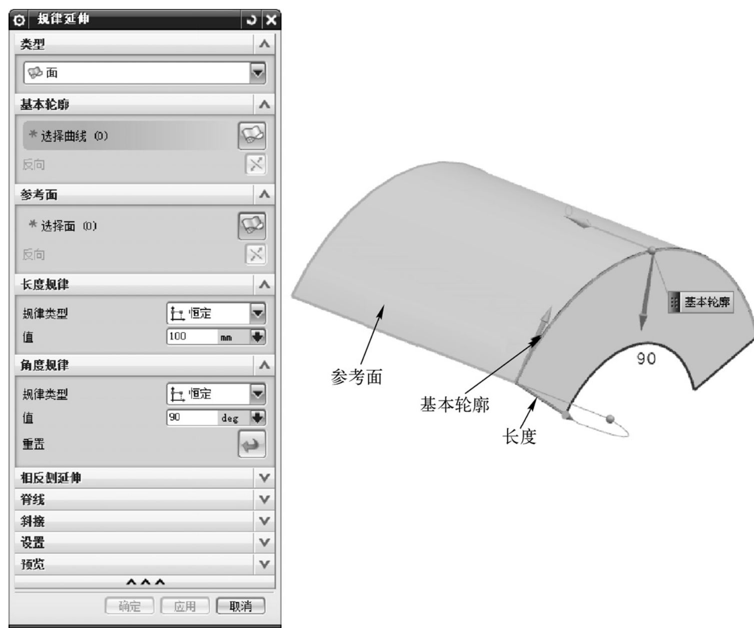


图 9-84 角度为 90° 的“面”规律延伸示意图

- 矢量：指定在沿着基本曲线线串的每个点处计算和使用一个坐标系来定义延伸曲面。此坐标系的方向是这样确定的：使 0° 角平行于矢量方向，使 90° 轴垂直于由 0° 轴和基本轮廓切线矢量定义的平面。此参考平面的计算是在“基本轮廓”的中点上进

行的，示意图如图 9-85 所示。

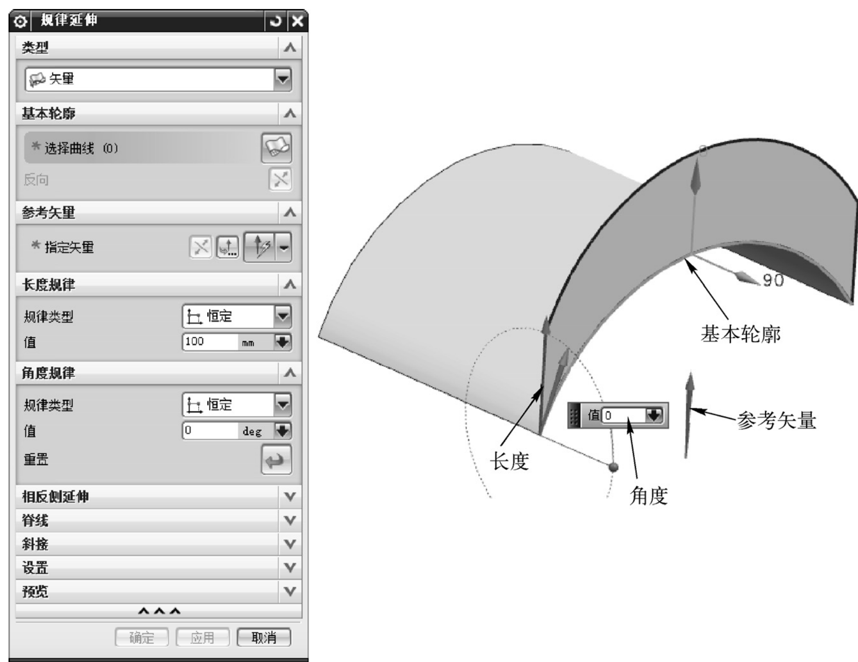


图 9-85 “矢量”规律延伸示意图

（2）基本轮廓：让用户选择一条基本曲线或边界线串，系统用它在它的基边上定义曲面轮廓。

（3）参考面：让用户选择一个或多个面来定义用于构造延伸曲面的参考方向。

（4）参考矢量：让用户通过使用标准的“矢量方式”或“矢量构造器”指定一个矢量，用它来定义构造延伸曲面时所用的参考方向。

（5）脊线：（可选的）指定可选的脊线线串会改变系统确定局部坐标系方向的方法，这样，垂直于脊线线串的平面决定了测量“角度”所在的平面。

（6）长度规律：其中的“规律类型”下拉列表框让用户指定用于延伸长度的规律方式以及使用此方式的适当的值。

- 恒定：使用恒定的规则（规律），当系统计算延伸曲面时，它沿着基本曲线线串移动，截面曲线的长度保持恒定的值。
- 线性：使用线性的规则（规律），当系统计算延伸曲面时，它沿着基本曲线线串移动，截面曲线的长度从基本曲线线串起始点的起始值到基本曲线线串终点的终止值呈线性变化。
- 三次：使用三次的规则（规律），当系统计算延伸曲面时，它沿着基本曲线线串移动，截面曲线的长度从基本曲线线串起始点的起始值到基本曲线线串终点的终止值呈非线性变化。

（7）角度规律：让用户指定用于延伸角度的规律方式以及使用此方式的适当的值。

9.2.3 偏置曲面

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“偏置”命令，或依次单击“主页”选项卡

→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“偏置曲面”图标，系统打开如图 9-86 所示的“偏置曲面”对话框，示意图如图 9-87 所示。



图 9-86 “偏置曲面”对话框

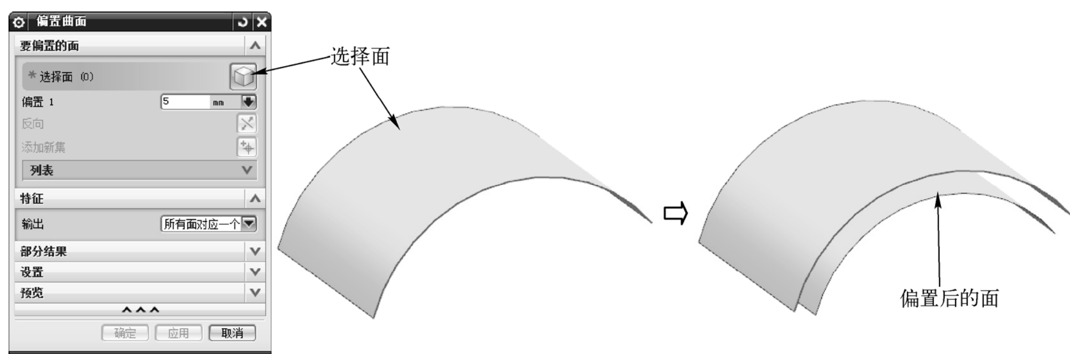


图 9-87 “偏置曲面”示意图

该选项可以由一个或更多已有的面生成偏置曲面。

系统用沿选定面的法向偏置点的方法来生成正确的偏置曲面。指定的距离称为偏置距离，已有面称为基面。可以选择任何类型的面作为基面。如果选择多个面进行偏置，则产生多个偏置体。

9.2.4 大致偏置

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“大致偏置”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“大致偏置”图标，系统打开如图 9-88 所示的“大致偏置”对话框。



图 9-88 “大致偏置”对话框

该选项让用户使用大的偏置距离从一系列面或片体生成一个没有自相交、尖锐边界或拐角的偏置片体。该选项让用户从一系列面或片体上生成一个大的粗略偏置，当“偏置面”和“偏置曲面”功能不能实现时使用。

“大致偏置”对话框中部分选项的功能如下。

（1）选择步骤：该选项组下有 2 个按钮。

- 偏置面/片体：选择要偏置的面或片体。如果选择多个面，则不能使它们相互重叠。相邻面之间的缝隙应该在指定的建模距离公差范围内。但是，此功能不检查重叠或缝隙，如果碰到了，则会忽略缝隙，如果存在重叠，则会偏置顶面。
- 偏置 CSYS：让用户为偏置选择或建立一个坐标系，其中 *Z* 方向指明偏置方向，*X* 方向指明步进或截取方向，*Y* 方向指明步距方向。默认的坐标系为当前的工作坐标系。

（2）偏置距离：让用户指定偏置的距离。此字段值和“偏置偏差”中指定的值一同起作用。如果希望偏置背离指定的偏置方向，则可以为偏置距离输入一个负值。

（3）偏置偏差：让用户指定偏置的偏差。用户输入的值表示允许的偏置距离范围。该值和“偏置距离”值一同起作用。例如，如果偏置距离是 10 且偏差是 1，则允许的偏置距离在 9 和 11 之间。通常，偏差值应该远大于建模距离公差。

（4）步距：让用户指定步进距离。

（5）曲面生成方法：让用户指定系统建立粗略偏置曲面时使用的方法。

- 云点：系统使用和“由点云构面”选项中的方法相同的方法建立曲面。选择此方法则启用“曲面控制”选项组，它让用户指定曲面的片数。
- 通过曲线组：系统使用和“通过曲线”选项中的方法相同的方法建立曲面。
- 粗略拟合：当其他方法生成曲面无效（例如有自相交面或者低质量）时，系统利用该选项创建一个低精度曲面。

（6）曲面控制：让用户决定使用多少补片来建立片体。此选项只用于“云点”曲面生成方法。

- 系统定义的：在建立新的片体时，系统自动添加计算数目的 U 向补片来给出最佳结果。
- 用户定义：启用“U 向补片数”文本框，该字段让用户指定在建立片体时允许使用多少 U 向补片。该值必须至少为 1。

（7）修剪边界：该下拉列表中有以下 3 个选项。

- 不修剪：片体以近似矩形图案生成，并且不修剪。
- 修剪：片体根据偏置中使用的曲面边界修剪。
- 边界曲线：片体不被修剪，但是片体上会生成一条曲线，它对应于在使用“修剪”选项时发生修剪的边界。

9.2.5 修剪曲面

选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪片体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“修剪”库→“修剪片体”图标，系统会打开如图 9-89 所示的“修剪片体”对话框。该选项用于生成相关的修剪片体，示意图如图 9-90 所示。

“修剪片体”对话框中部分选项的功能如下。

（1）目标：选择目标曲面体。

（2）边界对象：选择修剪的工具对象，该对象可以是面、边、曲线和基准平面。

允许目标边作为工具对象：帮助将目标片体的边作为修剪对象过滤掉。

（3）投影方向：可以定义要作标记的曲面/边的投影方向。可以在“垂直于面”“垂直于

曲线平面”和“沿矢量”间选择。



图 9-89 “修剪的片体”对话框

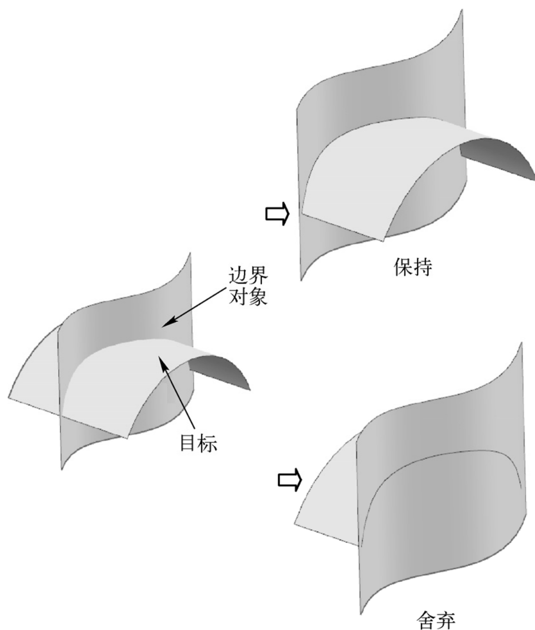


图 9-90 修剪片体示意图

（4）区域：可以定义在修剪曲面时选定的区域是保留还是舍弃。在选定目标曲面体、投影方式和修剪对象后，可以选择目前选择的区域是“保留”或“舍弃”。

每个选择用来定义保留或舍弃区域的点在空间中固定。如果移动目标曲面体，则点不移动。为防止意外的结果，如果移动为“修剪边界”选择步骤选定的曲面或对象，则应该重新定义区域。

9.2.6 加厚

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“加厚”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“加厚”图标，系统打开如图 9-91 所示的“加厚”对话框。



图 9-91 “加厚”对话框

该选项可以偏置或加厚片体来生成实体，在片体的面的法向应用偏置，示意图如图 9-92 所示。

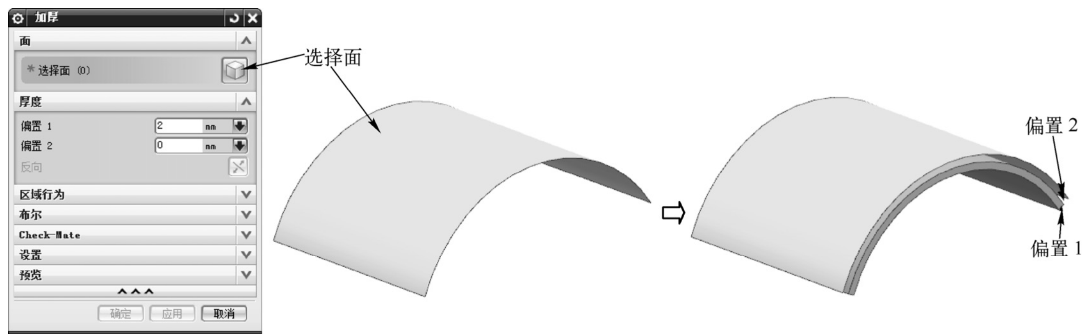


图 9-92 “加厚”示意图

“加厚”对话框中部分选项的功能如下。

（1）面：该卷展栏用于选择要加厚的片体。一旦选择了片体，就会出现法向于片体的箭头矢量来指明片体的法向方向。

（2）偏置 1/偏置 2：指定一个或两个偏置（偏置对实体的影响如图 9-92 所示）。

（3）Check-Mate：如果出现加厚片体错误，则此按钮可用。点击此按钮会识别导致加厚片体操作失败的可能的面。

9.2.7 片体到实体助理

选择“菜单”→“插入”→“偏置/缩放”→“片体到实体助理”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“偏置/缩放”库→“片体到实体助理”图标，打开如图 9-93 所示的“片体到实体助理”对话框。



图 9-93 “片体到实体助理”对话框

该选项可以从几组未缝合的片体生成实体，方法是将缝合一组片体的过程自动化（缝合），然后加厚结果（加厚）。如果指定的片体造成这个过程失败，那么将自动完成对它们的分析，以找出问题的根源。有时，此过程将得出简单推导出的补救措施，但是有时必须重建曲面。

“片体到实体助理”对话框中各选项的功能如下。

（1）选择步骤：该选项组下有 2 个按钮。

- 目标片体：用于选择需要被操作的目标片体。
- 工具片体：用于选择一个或多个要缝合到目标中的工具片体。该选项是可选的。如果用户未选择任何工具片体，那么就不会在菜单中选择缝合操作，而只在菜单中选择加厚操作。

（2）第一偏置/第二偏置：该操作与“加厚”对话框中的选项相同。

（3）缝合公差：为了使缝合操作成功，设置被缝合到一起的边之间的最大距离。

（4）分析结果显示：该选项组最初是关闭的。当尝试生成一个实体，却产生故障时，该选项将变得敏感，其中每一个分析结果项只有在显示相应的数据时才可用。打开其中的可用选项，在图形窗口中将高亮显示相应的拓扑。该选项组下有以下 4 个复选框。

- 显示坏的几何体：如果系统在目标片体或任何工具片体上发现无效的几何体，则该选项将处于可用状态。勾选此复选框，将高亮显示坏的几何体。
- 显示片体边界：如果得到“无法在菜单栏中选择加厚操作”信息，且该选项处于可用状态，勾选此复选框，可以查看当前在图形窗口中定义的边界。造成加厚操作失败的原因之一是输入的几何体不满足指定的精度，从而造成片体的边界不符合系统的需要。
- 显示失败的片体：阻止曲面偏置的常见问题是它面向偏置方向具有一个小面积的意外封闭曲率区域。系统将尝试一次加厚一个片体，并将高亮显示任何偏置失败的片体。另外，如果可以加厚缝合的片体，但是结果却是一个无效实体，那么将高亮显示引起无效几何体的片体。
- 显示坏的退化：用退化构建的曲面经常会发生偏置失败（在任何方向上）。这是曲率问题造成的，即聚集在一起的参数行太接近曲面的极点。该选项可以检测这些点的位置并高亮显示它们。

（5）补救选项：该选项组下有以下 4 个复选框。

- 重新修剪边界：由于 CAD/CAM 系统之间的拓扑表示存在差异，因此通常采用以 Parasolid 不便于查找模型的形式修剪数据来转换数据。用户可以使用这种补救方法来更正其中的一些问题，而不用更改底层几何体的位置。
- 光顺退化：在通过“显示坏的退化”复选框找到的退化上，在菜单中选择这种补救操作，并使它们变得光顺。
- 整修曲面：这种补救将减少用于代表曲面的数据量，而不会影响位置上的数据，从而生成更小、更快及更可靠的模型。
- 允许拉伸边界：这种补救尝试从拉伸的实体复制工作方法，并使用“抽壳”而不是“片体加厚”作为生成薄壁实体的方法，从而避免了一些由缝合片体的边界造成的问题。只有当能够确定合适的拉伸方向时，才能使用此选项。

9.3 自由曲面编辑

在创建一个自由曲面特征之后，还需要对其进行相关的编辑工作，以下主要讲述部分常用的自由曲面的编辑操作。这些功能是曲面造型的后期修整的常用技术。

9.3.1 X 成形

选择“菜单”→“编辑”→“曲面”→“X 成形”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“编辑曲面”组→“X 成形”图标 ，打开如图 9-94 所示的“X 成形”对话框，提示用户选取需要编辑的曲面。



图 9-94 “X 成形”对话框

X 成形可以移动片体的极点。这在曲面外观形状的交互设计中，如消费品或汽车车身，非常有用。当要修改曲面形状以改善其外观或使其符合一些标准时，就要移动极点。可以沿法向矢量拖动极点至曲面或与其相切的平面上。拖动时，保留在边处的曲率或切向。

“X 成形”对话框中部分选项的功能如下。

（1）曲线或曲面：该卷展栏用于选择曲线或曲面。

- 单选：若勾选该复选框，则用户可以选择要编辑的单个或多个曲面或曲线。
- 极点选择：该选项组用于选择要操控的极点和多义线。其“操控”下拉列表框中有“任意”“极点”和“行”3 个选项。

（2）参数化：改变 U/V 向的次数和补片数从而调节曲面。

（3）方法：用户可根据需要应用移动、旋转、比例和平面化编辑曲面。

- 移动：在指定方向移动极点和多义线。
- 旋转：将极点和多义线旋转到指定矢量。
- 缩放：使用主轴和平面缩放选定极点。
- 平面化：显示位于投影平面的操控器，可用于定义平面位置和方向。标准旋转和拖动手柄可用。

（4）边界约束：用户可以调节 U 最小值（或最大值）和 V 最小值（或最大值）来约束曲面的边界。

（5）设置：用户可以设置提取方法和提取公差值，单击“恢复父面”按钮，可以恢复曲面到编辑之前的状态。

（6）微定位：指定使用微调选项时动作的速率。

- 速率：通过使用微小移动来移动极点，从而允许对曲线进行精细调整。
- 步长值：设置一个值，以按该值移动、旋转或缩放选定的极点。

9.3.2 扩大

选择“菜单”→“编辑”→“曲面”→“扩大”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“编辑曲面”组→“扩大”图标，打开如图 9-95 所示的“扩大”对话框。该选项让用户改变未修剪片体的大小，方法是生成一个新的特征，该特征和原始的、覆盖的未修剪面相关。

用户可以根据给定的百分化改变扩大特征的每个未修剪边。

当使用片体生成模型时，将片体生成得过大是一个良好的习惯，以防止后续实体建模的问题。如果用户没有把这些原始片体建造得足够大，则用户不使用“等参数修剪/分割”功能就不能增加它们的大小。然而，“等参数修剪”是不相关的，并且在使用时会打断片体的参数化。“扩大”选项让用户生成一个新片体，它既和原始的未修剪面相关，又允许用户改变各个未修剪边的尺寸。

“扩大”对话框中部分选项的功能如下。

（1）全部：让用户把下面所有的“U/V 向起点/终点百分比”滑尺作为一个组来控制。当勾选该复选框时，移动任一单个的滑尺，所有的滑尺会同时移动。若取消勾选“全部”复选框，则用户可以对滑



图 9-95 “扩大”对话框

尺和各个未修剪的边进行单独控制。

（2）U 向起点百分比 U 向终点百分比 V 向起点百分比 V 向终点百分比：拖动滑尺或直接输入数值来改变扩大片体的未修剪边的大小。在文本框中输入的值或拖动滑尺达到的值是原始尺寸的百分比。可以在文本框中输入数值或表达式。

（3）重置调整大小参数：把所有的滑尺重设回它们的初始位置。

（4）模式：该选项组中有 2 个单选按钮。

- 线性：在一个方向上线性地延伸扩大片体的边。使用该类型可以增大特征的大小，但不能减小特征的大小。
- 自然：沿着边的自然曲线延伸扩大片体的边。如果用该类型设置扩大特征的大小，则既可以增大也可以减小它的大小。

9.3.3 调整阶次

选择“菜单”→“编辑”→“曲面”→“阶次”命令，打开“更改阶次”对话框，如图 9-96 所示。

该选项可以改变体的阶次，但只能增加带有底层多面片曲面的体的阶次，也只能增加所生成的“封闭”体的阶次。

增加体的阶次不会改变它的形状，却能增加其自由度。这可增加对编辑体可用的极点数。



图 9-96 “更改阶次”对话框

降低体的阶次会降低试图保持体的全形和特征的阶次。降低阶次的公式（算法）是这样设计的，如果增加阶次随后又降低，那么所生成的体将与开始时的一样。这样做的结果是，降低阶次有时会导致体的形状发生剧烈改变。如果对这种改变不满意，可以放弃并恢复到以前的体。何时发生这种改变是可以预知的，因此完全可以避免。

通常，除非原先体的控制多边形与更低阶次体的控制多边形类似，因为低阶次体的拐点（曲率的反向）少，否则都要发生剧烈改变。

9.3.4 改变刚度

“改变刚度”命令是改变曲面 U 和 V 方向参数线的阶次，曲面的形状有所变化。

选择“菜单”→“编辑”→“曲面”→“刚度”命令，打开如图 9-97 所示的“更改刚度”对话框。该对话框中选项的含义和前面的一样，这里不再介绍。

在视图区选择要进行操作的曲面后，弹出“确认”对话框，提示用户该操作将会移除特征参数，是否继续在菜单栏中选择，单击“确定”按钮后，弹出“更改刚度”参数输入对话框。



图 9-97 “更改刚度”对话框

使用改变刚度功能增加曲面阶次时，曲面的极点不变，补片减少，曲面更接近它的控制多边形，反之则相反。封闭曲面不能改变刚度。

9.3.5 法向反向

“法向反向”命令是用于创建曲面的反法向特征。

选择“菜单”→“编辑”→“曲面”→“法向反向”命令，或依次单击“曲面”选项卡→“编辑曲面”组→“更对”库→“曲面”库→“法向反向”图标，打开如图 9-98 所示的“法向反向”对话框。

使用法向反向功能，创建曲面的反法向特征，改变曲面的法线方向。改变法线方向，可以解决因表面法线方向不一致造成的表面着色问题和使用曲面修剪操作时因表面法线方向不一致而引起的更新故障。



图 9-98 “法向反向”对话框

9.4 综合实例——衣服模特

在本实例（上衣模型）中综合运用了本章中有关曲线的操作及编辑功能，使用户获得更为感性的认识。完成编辑操作后，模型如图 9-99 所示。



光盘\视频教学\第7章\衣服模特.avi



操作步骤

1．打开文件

选择“菜单”→“文件”→“打开”命令，或依次单击“主页”选项卡→“打开”图标，打开“打开”对话框。打开光盘配套零件 yuanwenjian\11\mote.prt，如图 9-100 所示。

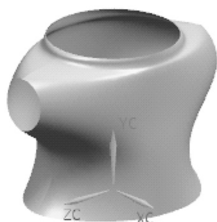


图 9-99 模型最终示意图

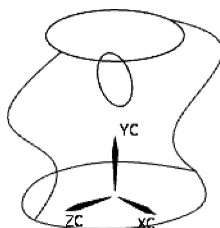


图 9-100 mote.prt 零件示意图

2．上衣成型

（1）选择“菜单”→“插入”→“网格曲面”→“通过曲线网格”命令，或者依次单击“曲面”选项卡→“曲面”组→“网格曲面”库→“通过曲线网格”图标，系统会弹出如图 9-101 所示的“通过曲线网格”对话框，此时提示栏要求选取主曲线。从工作绘图区拾取如图 9-102 所示的两条主曲线（注意：只是一侧曲线，并不是整个曲线环，可按住〈Shift〉键取消一侧曲线的选择，或者在曲线规则处选择单条曲线）。

（2）每选择完一条曲线后，单击鼠标中键确定。完成主曲线的选择，如图 9-103 所示。然后依次选取如图 9-104 所示的交叉曲线，单击“确定”按钮完成交叉曲线串的选择。

（3）保持上述对话框中的默认设置，单击“确定”按钮完成上衣一侧的制作，如图 9-105 所示。

（4）依次单击“视图”选项卡→“样式”组→“静态线框”图标，使模型以线框模式显示。将如图 9-106 所示曲线消隐，同时将先前的另一侧曲线显现出来。



图 9-101 “通过曲线网格”对话框

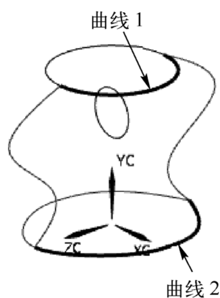


图 9-102 选择主曲线串

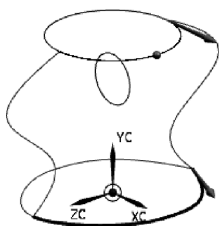


图 9-103 完成主曲线选取

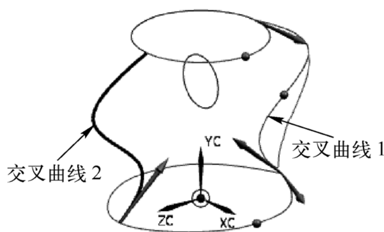


图 9-104 需要获取的交叉曲线

（5）选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“隐藏”命令，弹出“类选择”对话框，单击“类型过滤器”图标，选择“片体”，单击“全部选择”图标，选中所有曲面，单击“确定”按钮将创建的曲面隐藏，结果如图 9-107 所示。

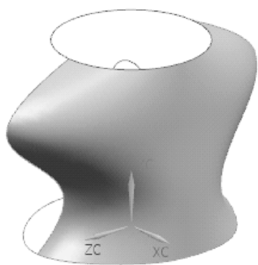


图 9-105 创建曲面

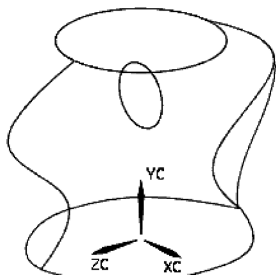


图 9-106 显示线框模式

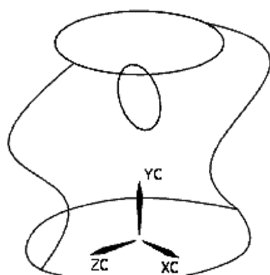


图 9-107 隐藏曲面

（6）采用相同的方法创建另一侧的片体，两侧片体目前不需要拼合，选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“全部显示”命令，对图形进行着色，完成后如图 9-108 所示。

（7）选择“菜单”→“插入”→“组合”→“缝合”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“组合”库→“缝合”图标，系统会弹出如图 9-109 所示的

“缝合”对话框，选择创建的上衣的一侧为目标片体，然后选取上衣的另一侧为工具片体，单击“确定”按钮完成上衣的缝合。

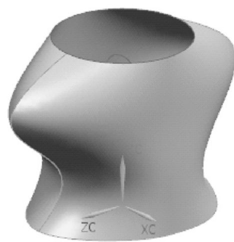


图 9-108 完成上衣创建



图 9-109 “缝合”对话框

3．袖口成型

（1）依次单击“视图”选项卡→“样式”组→“静态线框”图标，将图形以线框模式显示。

（2）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“设计特征”库→“拉伸”图标，系统会弹出“拉伸”对话框，选择图 9-110 中的圆弧，参数设置如图 9-110 所示。单击“确定”按钮，完成实体拉伸。

（3）选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪体”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“修剪体”图标，弹出如图 9-111 所示对话框，依次选取目标体和工具面，如图 9-112 所示。完成修剪对象的选取后，单击“反向”按钮，完成修剪操作。利用〈Ctrl+B〉组合键将圆柱体消隐掉。完成后的模型如图 9-113 所示。

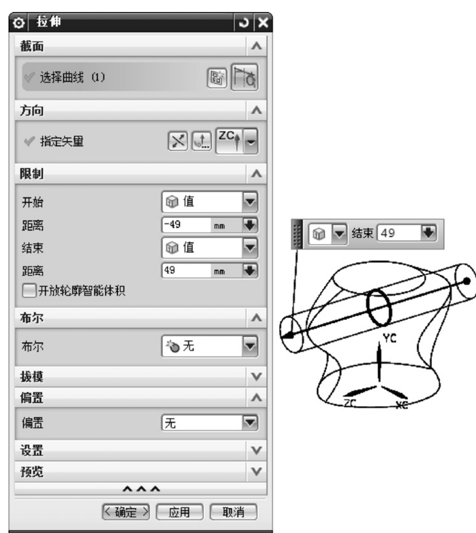


图 9-110 拉伸实体



图 9-111 “修剪体”对话框

4．领口编辑

（1）依次单击“视图”选项卡→“方位”组→“右视图”图标，将图形以右视图显示。

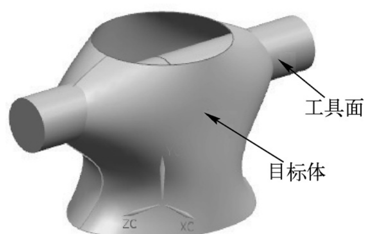


图 9-112 选择裁剪对象

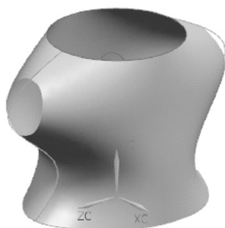


图 9-113 完成袖口制作

（2）选择“菜单”→“编辑”→“曲线”→“参数”命令，系统会弹出“编辑曲线参数”对话框，如图 9-114 所示。选取图 9-115 所示待编辑曲线，系统弹出“艺术样条”对话框，如图 9-116 所示。



图 9-114 “编辑曲线参数”对话框

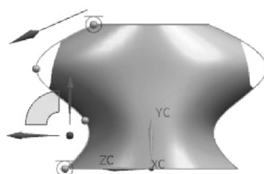


图 9-115 选取待编辑曲线

（3）在“艺术样条”对话框中，将“制图平面”设置为 *YZ* 面，“移动”设置为“视图”，绘图区添加点，如图 9-117 所示。



图 9-116 “艺术样条”对话框

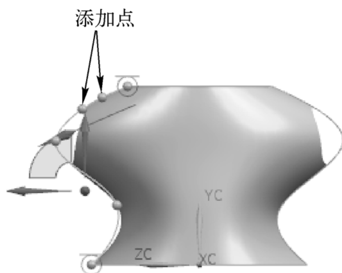


图 9-117 添加点

（4）在绘图区中调整曲线，使得领口突出显示，如图 9-118 所示。然后连续单击“确定”按钮，完成样条曲线的编辑。结果如图 9-119 所示。

（5）同步骤（2）～（4），完成另一侧领口曲线的编辑。模型编辑完成后如图 9-120 所示。

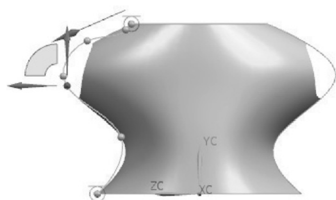


图 9-118　调整点位置

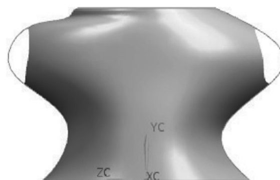


图 9-119　完成左侧编辑

（6）利用〈Ctrl+B〉组合键将所有的曲线类型消隐掉，依次单击“视图”选项卡→“方位”组→“正等测图”图标，模型最终示意图如图 9-121 所示。

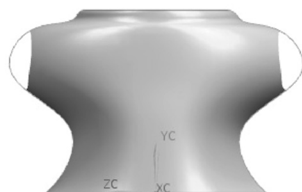


图 9-120　完成领口编辑

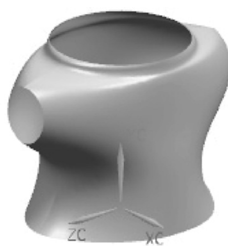


图 9-121　模型最终示意图

第 10 章

装配建模

UG 的装配模块不仅能快速组合零部件成为产品，而且在装配中，可以参考其他部件进行部件关联设计，并可以对装配建模型进行间隙分析、重量管理等相关操作。在完成装配模型后，还可以建立爆炸视图，并将其导入到装配工程图。同时，可以在装配工程图中生成装配明细表，并能对轴测图进行局部剖切。

本章主要讲解装配的基础知识和常用模块及方法，让用户对装配建模有进一步的认识。

10.1 装配概述

在装配前先介绍装配的相关术语和概念。

10.1.1 相关术语和概念

以下主要介绍装配中的常用术语。

（1）装配：是指在装配过程中建立部件之间的连接功能，由装配部件和子装配组成。

（2）装配部件：由零件和子装配构成的部件。在 UG 中允许任何一个 prt 文件中添加部件构成装配，因此任何一个 prt 文件都可以作为装配部件。UG 中不必严格区分零件和部件。需要注意的是，当存储一个装配时，各部件的实际几何数据并不是存储在装配部件文件中，而是存储在相应的部件（即零件文件）中。

（3）子装配：是在高一级装配中被用作组件的装配，子装配也拥有自己的组件。子装配是一个相对概念，任何一个装配都可在更高级的装配中作为子装配。

（4）组建对象：是一个从装配部件链接到部件主模型的指针实体。一个组件对象记录的信息有：部件名称、层、颜色、线型、线宽、引用集和装配约束等。

（5）组建部件：也就是装配里组件对象所指的部件文件。组件部件可以是单个部件（即零件），也可以是子装配。需要注意的是，组件部件是装配体引用而不是复制到装配体中的。

（6）单个零件：是指在装配外存在的零件几何模型，它可以添加到一个装配中去，但它本身不能含有下级组件。

（7）主模型：利用 Master Model 功能来创建的装配模型，它是由单个零件组成的装配组件，是供 UG 模块共同引用的部件模型。同一主模型，可同时被工程图、装配、加工、机构分析和有限元分析等模块引用，当主模型修改时，相关引用自动更新。

（8）自顶向下装配； 在装配级中创建与其他部件相关的部件模型，是在装配部件的顶级向下生成子装配和部件（即零件）的装配方法。

（9）自底向上装配：先创建部件几何模型，再组合成子装配，最后生成装配部件的装配方法。

（10）混合装配：是将自顶向下装配和自底向上装配结合在一起的装配方法。例如，先创建几个主要部件模型，再将其装配到一起，然后在装配中设计其他部件，即为混合装配。

10.1.2 引用集

在装配中，各部件含有草图、基准平面及其他辅助图形对象，如果在装配中列出显示所有对象，不但容易混淆图形，而且会占用大量内存，不利于装配工作的进行。通过引用集命令能够限制加载于装配图中的装配部件的不必要信息量。

引用集是用户在零部件中定义的部分几何对象，它代表相应的零部件参与装配。引用集可以包含下列数据对象：零部件名称、原点、方向、几何体、坐标系、基准轴、基准平面和属性等。创建完引用集后，就可以单独装配到部件中。一个零部件可以有多个引用集。

选择“菜单”→“格式”→“引用集”命令，系统打开如图 10-1 所示的“引用集”对话框。

“引用集”对话框中部分选项的功能如下。



图 10-1 “引用集”对话框

（1）创建：可以创建新的引用集，输入引用集的名称，并选取对象。

（2）删除：已创建的引用集的项目中可以选择性地删除。删除引用集只不过是在目录中删除而已。

（3）设置当前的：把对话框中选取的引用集设置为当前的引用集。

（4）属性：编辑引用集的名称和属性。

（5）信息：显示工作部件的全部引用集的名称和属性、个数等信息。

10.2 装配导航器

装配导航器也叫装配导航工具，它提供了一个装配结构的图形显示界面，也被称为“树形表”，如图 10-2 所示。掌握了装配导航器，才能灵活地运用装配功能。

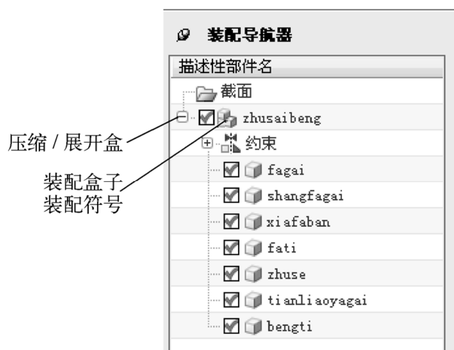


图 10-2 “树形表”示意图

10.2.1 功能概述

1．节点显示

采用装配树形结构显示，非常清楚地表达了各个组件之间的装配关系。

2．装配导航器图标

装配结构树中用不同的图标分别表示装配中子装配和组件。同时，各零部件不同的装载状态也用不同的图标表示。

（1）：表示装配或子装配。

- 如果图标是黄色，则此装配在工作部件内。
- 如果是黑色实线图标，则此装配不在工作部件内。
- 如果是灰色虚线图标，则此装配已被关闭。

（2）：表示装配结构树组件。

- 如果图标是黄色，则此组件在工作部件内。

- 如果是黑色实线图标，则此组件不在工作部件内。
- 如果是灰色虚线图标，则此组件已被关闭。

3．检查盒

检查盒提供了快速确定部件工作状态的方法，允许用户用一个非常简单的方法装载并显示部件。部件工作状态用检查盒指示器表示。

（1）☐：表示当前组件或子装配处于关闭状态。

（2）☑：表示当前组件或子装配处于隐藏状态，此时检查框显灰色。

（3）☑：表示当前组件或子装配处于显示状态，此时检查框显红色。

4．打开菜单选项

如果将光标移动到装配树的一个节点上并单击右键或选择若干个节点并单击右键，则打开快捷菜单，其中提供了很多便捷命令，以方便用户操作（如图 10-3 所示）。



图 10-3　打开的快捷菜单

10.2.2　“预览”面板和“依附性”面板

“预览”面板是装配导航器的一个扩展区域，显示装载或未装载的组件。此功能在处理大装配时，有助于用户根据需要打开组件，更好地掌握其装配性能。

“依附性”面板是装配导航器和部件导航器的一个特殊扩展。装配导航器的“依附性”面板允许查看部件或装配内选定对象的依附性，包括配对约束和 WAVE 依附性，可以用它来分析修改计划对部件或装配的潜在影响。

10.3　自底向上装配

自底向上装配的设计方法是常用的装配方法，即先设计装配中的部件，再将部件添加到

装配中，由底向上逐级进行装配。

选择“菜单”→“装配”→“组件”命令，打开“组件”子菜单，如图 10-4 所示。

采用自底向上的装配方法，选择添加已存组件的方式有两种，一般来说，第一个部件采用绝对坐标定位方式添加，其余部件采用配对定位的方法添加。



图 10-4 “组件”子菜单

10.3.1 添加已经存在的部件

选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加”图标，打开如图 10-5 所示的“添加组件”对话框。如果要进行装配的部件还没有打开，可以单击“打开”按钮，从磁盘目录选择。已经打开的部件的名字会出现在“已加载的部件”列表框中，可以从中直接选择。单击“确定”按钮，返回如图 10-5 所示的“添加组件”对话框。

“添加组件”部分选项的功能如下。

（1）名称：可以为组件重新命名，默认为组件的零件名。

（2）引用集：有 3 种类型供选择，模型、整个部件和空的。

（3）定位：该下拉列表中有 4 个选项。

- 绝对原点：按照绝对定位方式确定部件在装配图中的位置。单击该选项，系统打开“点”对话框，在指定了确定的位置以后，单击“确定”按钮完成绝对定位操作。
- 选择原点：按绝对定位方式添加组件到装配，用于指定组件在装配中的目标位置。
- 通过约束：按照几何对象之间的配对关系指定部件在装配图中的位置。单击该选项，系统打开如图 10-6 所示的“装配约束”对话框，要求用户指定部件之间的配对关系，设置完以后，单击“确定”按钮完成操作。



图 10-5 “添加组件”对话框

- 移动：该选项用于在部件添加到装配图以后，重新对其进行定位。单击该选项，系统打开“点”对话框，在确定了位置以后，单击“确定”按钮，系统打开如图 10-7 所示的“移动组件”对话框，要求用户指定部件之间的运动关系。设置完以后，单击“确定”按钮完成操作。

（4）图层选项：该下拉列表框用于指定部件放置的目标层。

- 工作：该选项用于将指定部件放置到装配图的工作层中。
- 原始的：该选项用于将部件放置到部件原来的层中。
- 按指定的：该选项用于将部件放置到指定的层中。选择该选项，在其下端的“图层”文本框中输入需要的图层号即可。



图 10-6 “装配约束”对话框



图 10-7 “移动组件”对话框

“移动组件”对话框中部分选项的功能如下。

（1）运动：该下拉列表中有 9 个选项，下面介绍其中 6 个。

- 点到点：用于采用点到点的方式移动组件。单击该按钮，打开“点”对话框，提示先后选择两个点，系统根据这两点构成的矢量和两点间的距离，沿着这个矢量方向移动组件。
- 增量 XYZ：用于沿 *X*、*Y* 和 *Z* 坐标轴方向移动一个距离。如果输入的值为正，则沿坐标轴正向移动。反之，沿坐标轴负向移动。
- 角度：用于指定矢量和轴点旋转组件。在“角度”文本框中输入要旋转的角度值。
- CSYS 到 CSYS：用于采用移动坐标方式移动所选组件。选择一种坐标定义方式定义参考坐标系和目标坐标系，则组件从参考坐标系的相对位置移动到目标坐标系中的对应位置。
- 将轴与矢量对齐：用于在选项的两轴之间旋转所选的组件。
- 根据三点旋转：用于在两点间旋转所选的组件。单击该选项，系统会打开“点”对话框，要求先后指定 3 个点，WCS 将原点落到第一个点，同时计算 1、2 点构成的矢量和 1、3 点构成的矢量之间的夹角，按照这个夹角旋转组件。

（2）只移动手柄：选中该复选框，用于只拖动 WCS 手柄。

10.3.2 组件的装配约束

约束关系是指组件的点、边、面等几何对象之间的配对关系，以此确定组件在装配中的

相对位置。这种装配关系是由一个或者多个关联约束组成，通过关联约束来限制组件在装配中的自由度。对组件的约束效果有以下几种。

（1）完全约束：组件的全部自由度都被约束，在图形窗口中看不到约束符号。

（2）欠约束：组件还有自由度没被限制，称为欠约束。在装配中允许欠约束存在。

在“添加组件”对话框中，将定位方式设为“装配约束”，或者选择“菜单”→“装配”→“组件位置”→“装配约束”命令，打开如图 10-6 所示的“装配约束”对话框。

1）接触对齐：当选择该选项时，“方位”下拉列表中有以下 3 个选项。

- 接触：定义两个同类对象相一致。
- 对齐：对齐匹配对象。
- 自动判断中心/轴：使圆锥、圆柱和圆环面的轴线重合。

2）同心：将相配组件中的一个对象定位到基础组件中的一个对象的中心上，其中一个对象必须是圆柱体或轴对称实体。

3）距离：该配对类型约束用于指定两个相配对象间的最小距离，距离可以是正值，也可以是负值，正负号确定相配组件在基础组件的哪一侧。距离由“距离”文本框中的数值确定。

4）平行：约束两个对象的方向矢量彼此平行。

5）垂直：约束两个对象的方向矢量彼此垂直。

6）中心：该配对类型约束两个对象的中心，使其中心对齐。

7）角度：该配对类型是在两个对象之间定义角度，用于约束匹配组件到正确的方向上。

- 1 对 2：将相配组件中的一个对象定位到基础组件中的两个对象的中心上。
- 2 对 1：将相配组件中的两个对象定位到基础组件中的一个对象的中心上，并与其对称。
- 2 对 2：将相配组件中的两个对象定位到与基础组件中的两个对象成对称布置。

10.3.3 实例——柱塞泵装配

本节将介绍柱塞泵装配的具体过程和方法，将柱塞泵的七个零部件：泵体，填料压盖，柱塞，阀体，阀盖以及上、下阀瓣装配成完整的柱塞泵。具体操作步骤为：首先创建一个新文件，用于绘制装配图；然后，将泵体以绝对坐标定位方法添加到装配图中；最后，将余下的六个柱塞泵零部件以配对定位方法添加到装配图中，如图 10-8 所示。

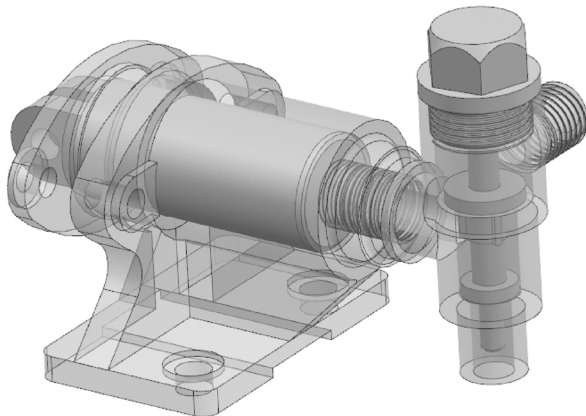


图 10-8 柱塞泵装配


光盘\视频教学\第10章\柱塞泵装配.avi


操作步骤

1．新建文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，选择装配模板，输入文件名“zhusaibeng”，如图10-9所示。单击“确定”按钮，进入装配环境。

2．添加泵体零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加”图标，打开“添加组件”对话框，如图10-10所示。



图10-9 “新建”对话框



图10-10 “添加组件”对话框

（2）在进行装配前，此对话框的“已加载的部件”列表框是空的，但是随着装配的进行，该列表中将显示所有加载进来的零部件文件的名称，便于管理和使用。单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，如图10-11所示。

（3）在“部件名”对话框中，选择已存的零部件文件，勾选右侧的“预览”复选框，可以预览已存的零部件。选择“bengti.prt”文件，右侧预览窗口中显示出该文件中保存的泵体实体，单击“OK”按钮。打开“组件预览”窗口，如图10-12所示。

（4）在“添加组件”对话框中，“引用集”设置为“模型”选项，“定位”设置为“绝对原点”选项，“图层选项”设置为“原始的”选项，单击“确定”按钮，完成按绝对坐标定位

方法添加泵体零件，结果如图 10-13 所示。

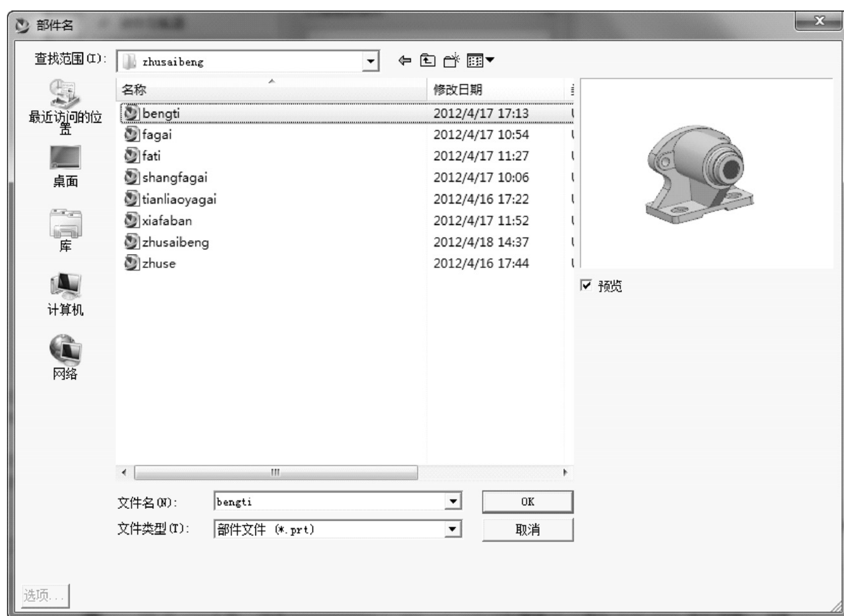


图 10-11 “部件名”对话框

3．添加填料压盖零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加”图标，打开“添加组件”对话框。单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择“tianliaoyagai.prt”文件，在右侧预览窗口中显示出填料压盖实体的预览图。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，如图 10-14 所示。

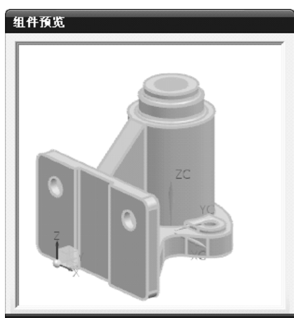


图 10-12 “组件预览”窗口 1

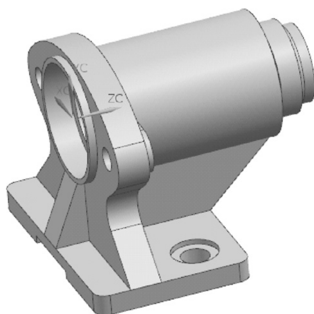


图 10-13 添加泵体

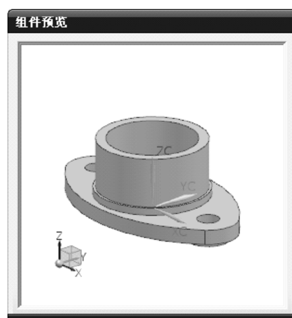


图 10-14 “组件预览”窗口 2

（2）在“添加组件”对话框中，“引用集”设置为“模型”选项，“定位”设置为“通过约束”选项，“图层选项”设置为“原始的”选项，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框，如图 10-15 所示。

（3）选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择填料压盖的右侧圆台端面和泵体左侧膛孔中的端面，如图 10-16 所示。



图 10-15 “装配约束”对话框

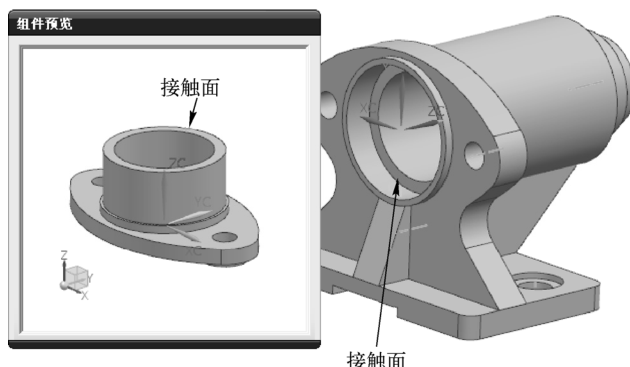
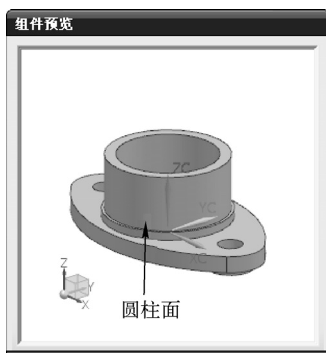


图 10-16 配对约束

（4）在“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”，选择填料压盖的圆台圆柱面和泵体膛体的圆柱面，如图 10-17 所示。

（5）在“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”，选择填料压盖的前侧螺栓安装孔的圆柱面，选择泵体安装板上的螺栓孔的圆柱面，如图 10-18 所示。



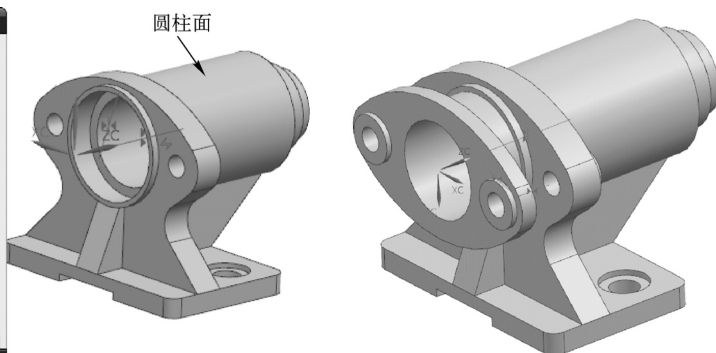


图 10-17 中心对齐约束 1

图 10-18 中心对齐约束 2

（6）对于填料压盖与泵体的装配，以上三个配对约束（一个接触约束和两个中心约束）可以使填料压盖形成完全约束。单击“装配约束”对话框中的“确定”按钮，完成填料压盖与泵体的配对装配，结果如图 10-19 所示。

4．添加柱塞零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加”图标，打开“添加组件”对话框。单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择“zhuse.prt”文件，在右侧预览窗口中显示出柱塞实体的预览图。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，图 10-20 所示。

（2）在“添加组件”对话框中，使用默认设置值，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框。

（3）选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择柱塞底面端面和泵体左侧膛孔中的第二个内端面，如图 10-21 所示。

（4）在“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”，选择柱塞外环面和泵体膛体的

圆环面，如图 10-22 所示。



图 10-19　填料压盖与泵体的配对装配



图 10-20 “组件预览”窗口 3

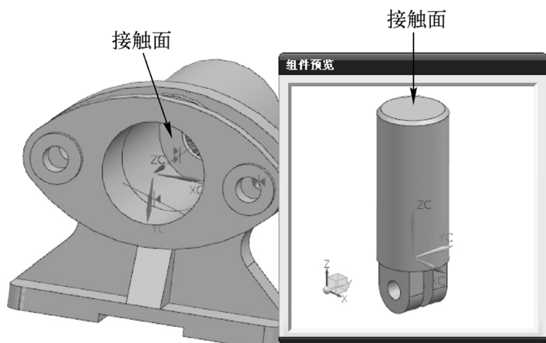


图 10-21　配对约束

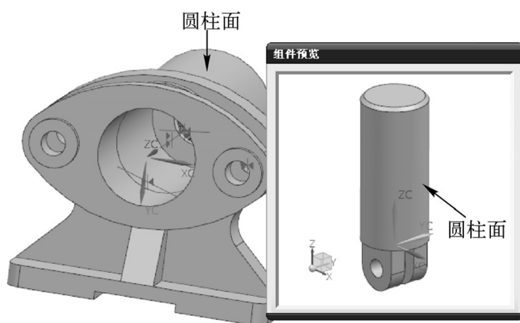


图 10-22　中心约束

（5）现有的两个约束依然不能防止柱塞在膛孔中以自身中心轴线做旋转运动，因此继续添加配对约束以限制柱塞的回转，选择“平行”类型，选择柱塞右侧凸垫的侧平面和泵体肋板的侧平面，如图 10-23 所示。

（6）对于柱塞与泵体的装配，以上三个配对约束（一个配对约束、一个中心对齐约束和一个平行约束）可以使柱塞形成完全约束。单击“装配约束”对话框中的“确定”按钮，完成柱塞与泵体的配对装配，结果如图 10-24 所示。

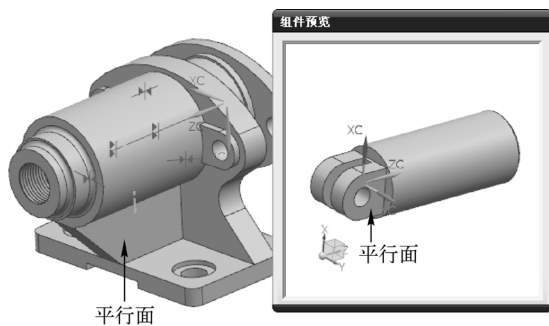


图 10-23　平行约束

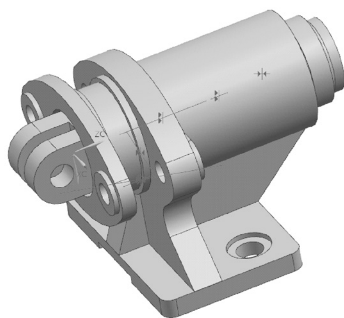


图 10-24　柱塞与泵体的配对装配

5．添加阀体零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加”图标，打开“添加组件”对话框。单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择“fati.prt”文件，在右侧预览窗口中显示出阀体实体的预览图。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，如图 10-25 所示。

（2）在“添加组件”对话框中，“引用集”设置为“模型”选项，“定位”设置为“配对”选项，“图层选项”设置为“原先的”选项，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框。选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择阀体左侧圆台端面和泵体膛体的右侧端面，如图 10-26 所示。



图 10-25 “组件预览”窗口 4

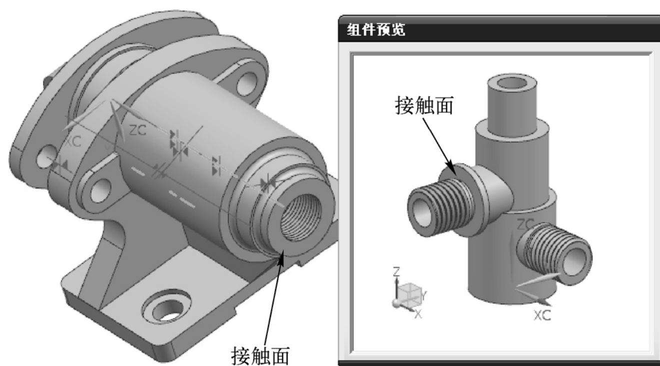


图 10-26 配对约束

（3）在“方位”下拉列表中选择“自动判断中心/轴”，选择阀体左侧圆台圆柱面和泵体膛体的圆柱面，如图 10-27 所示。

（4）选择“平行”类型，继续添加约束，用鼠标首先在“组件预览”窗口中选择阀体圆台的端面，接下来在绘图窗口中选择泵体底板的上平面，如图 10-28 所示。

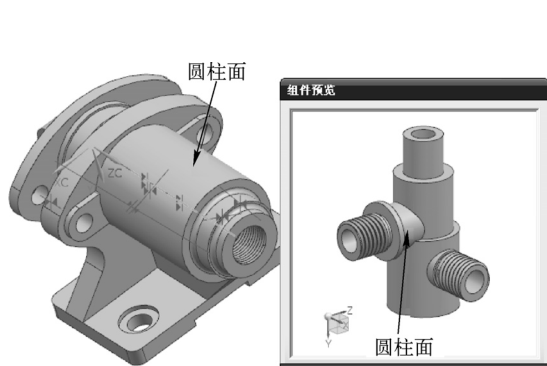


图 10-27 中心对齐约束

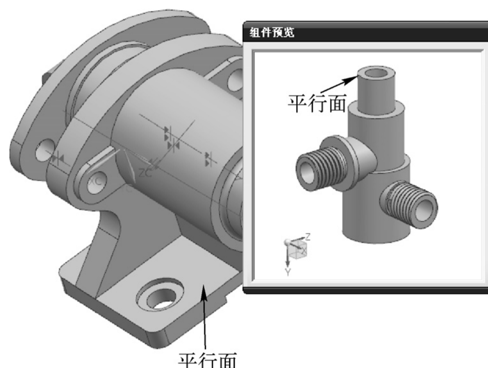


图 10-28 平行约束

（5）对于阀体与泵体的装配，以上三个配对约束（一个配对约束、一个中心约束和一个平行约束）可以使阀体形成完全约束，单击“装配约束”对话框中的“确定”按钮，完成阀体与泵体的配对装配，结果如图 10-29 所示。（注：如果此时结果如图 10-31，则跳过步骤（6））

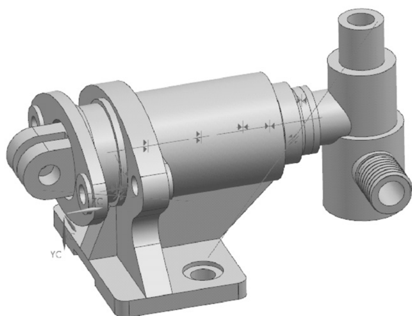


图 10-29　阀体与泵体的配对装配

（6）在约束导航器中选择泵体和阀体的“平行”约束，单击鼠标右键，弹出如图 10-30 所示的快捷菜单，选择“反向”命令，调整阀体的方向，如图 10-31 所示。

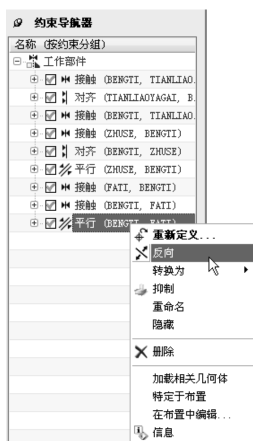


图 10-30　快捷菜单

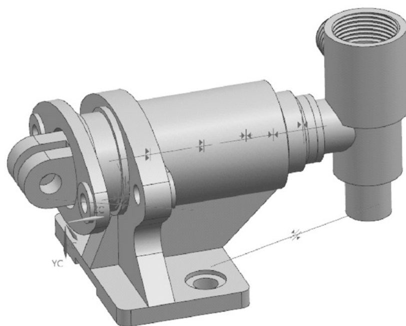


图 10-31　阀体与泵体的平行约束

6．添加下阀瓣零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，打开“添加组件”对话框。单击其中的“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择“xiafaban.prt”文件，在右侧预览窗口中显示出下阀瓣实体的预览图。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，如图 10-32 所示。

（2）在“添加组件”对话框中，“引用集”设置为“模型”选项，“定位”设置为“配对”选项，“图层选项”设置为“原始的”选项，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框。选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择下阀瓣中间圆台端面和阀体内孔端面，如图 10-33 所示。

（3）在“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”，选择下阀瓣圆台外环面和阀体的外圆环面，如图 10-34 所示。

（4）对于下阀瓣与阀体的装配，以上两个配对约束（一个配对约束和一个中心约束）可以使下阀瓣形成欠约束，下阀瓣可以绕自身中心轴线旋转。单击“装配约束”对话框中的“确定”按钮，完成下阀瓣与阀体的配对装配，结果如图 10-35 所示。





图 10-32 “组件预览”窗口 5

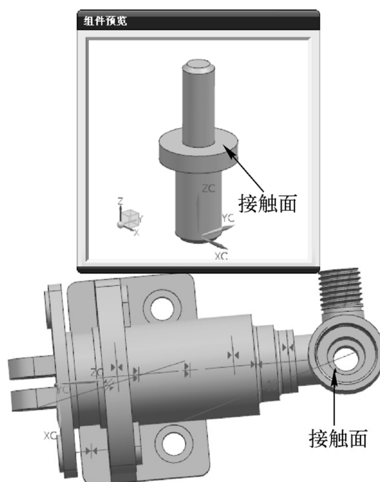


图 10-33 配对约束

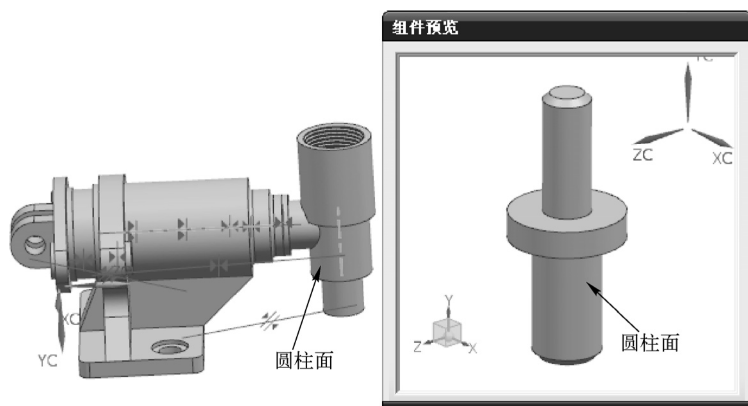


图 10-34 中心对齐约束

7．添加上阀瓣零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，打开“选择部件”对话框。单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择“shangfagai.prt”文件，在右侧预览窗口中显示出上阀瓣实体的预览图。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，如图 10-36 所示。

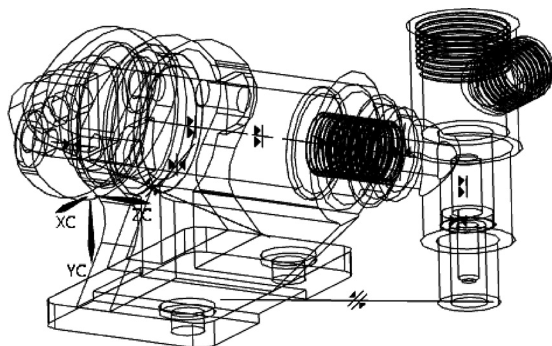


图 10-35 下阀瓣与阀体的配对装配

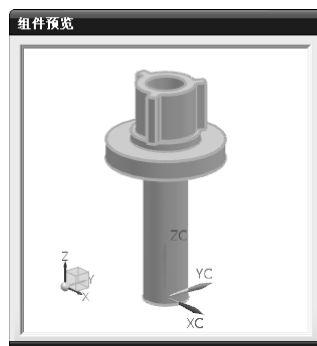


图 10-36 “组件预览”窗口 6

（2）在“添加组件”对话框中，采用默认设置，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框。选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择上阀瓣中间圆台端面和阀体内孔端面，如图 10-37 所示。

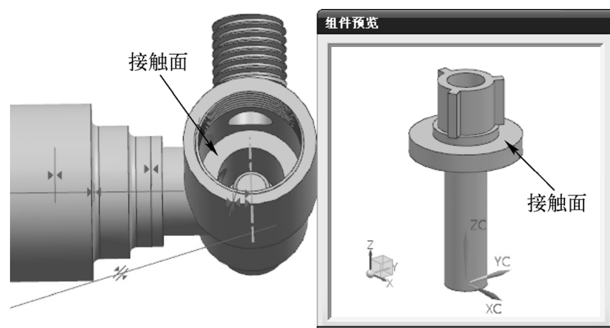


图 10-37 配对约束

（3）在“方位”下拉列表中选择“自动判断中心/轴”，选择上阀瓣圆台外环面和阀体的外圆环面，如图 10-38 所示。

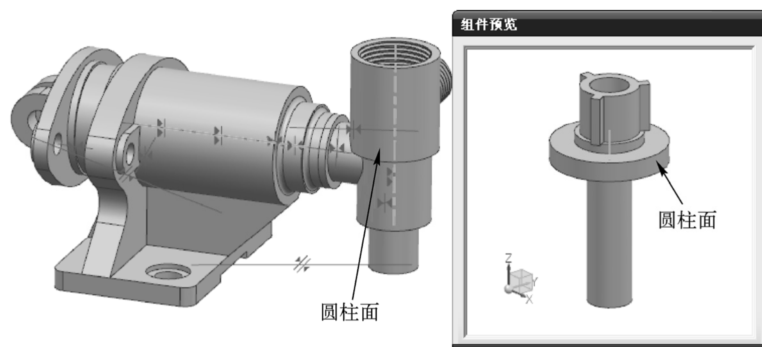


图 10-38 中心约束

（4）对于上阀瓣与阀体的装配，以上两个配对约束（一个配对约束和一个中心约束）可以使上阀瓣形成欠约束，上阀瓣可以绕自身中心轴线旋转。单击“装配约束”对话框中的“确定”按钮，完成上阀瓣与阀体的配对装配，结果如图 10-39 所示。

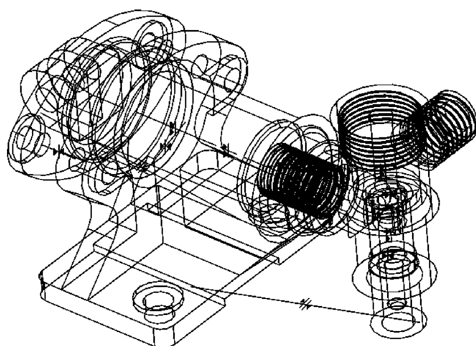


图 10-39 上阀瓣与阀体的配对装配

8．添加阀盖零件

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加已存的”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，打开“添加组件”对话框，将“fagai.prt”文件加载进来。单击“确定”按钮，打开“组件预览”窗口，如图 10-40 所示。

（2）在“添加组件”对话框中，采用默认设置，单击“确定”按钮，打开“装配约束”对话框。选择“接触对齐”类型，在“方位”下拉列表框中选择“接触”，选择阀盖中间圆台端面和阀体上端面，如图 10-41 所示。

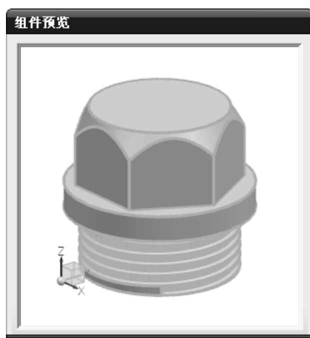


图 10-40 “组件预览”窗口 7

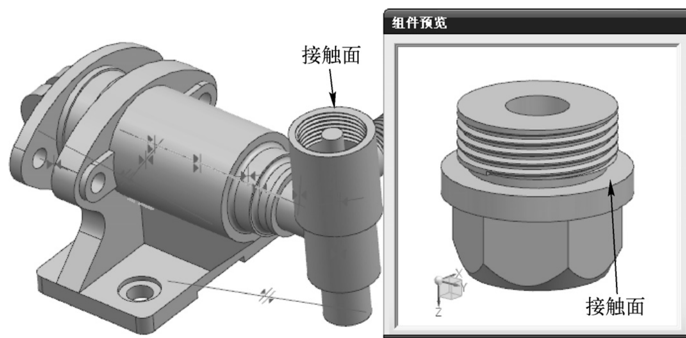


图 10-41 配对约束

（3）在“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”，选择阀盖圆台外环面和选择阀体的外圆环面，如图 10-42 所示。

（4）对于阀盖与阀体的装配，以上两个配对约束（一个配对约束和一个中心约束）可以使上阀瓣形成欠约束，单击“装配条件”对话框中的“确定”按钮，完成阀盖与阀体的配对装配，结果如图 10-43 所示。

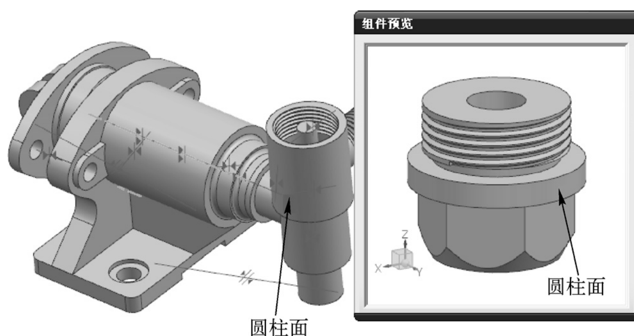


图 10-42 中心对齐约束

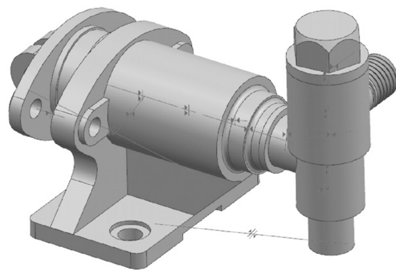


图 10-43 阀盖与阀体的配对装配

至此，已经将柱塞泵的七个零部件全部装配到一起，形成一个完整的柱塞泵的装配图。下面将学习如何设置装配图的显示效果，以便更好地显示零部件之间的装配关系。

为了将装配体内部的装配关系表现出来，可以将外包的几个零部件的显示设置为半透明，以达到透视装配体内部的效果。

9．隐藏约束关系

选择“菜单”→“编辑”→“显示和隐藏”→“隐藏”命令，打开如图 10-44 所示的“类

选择”对话框。选择“类型过滤器”按钮，打开如图 10-45 所示的“按类型选择”对话框。选择“装配约束”选项，单击“确定”按钮，返回到“类选择”对话框。单击“全选”按钮，选择视图中所有装配约束关系，单击“确定”按钮，隐藏装配约束关系，如图 10-46 所示。



图 10-44 “类选择”对话框



图 10-45 “按类型选择”对话框

10．编辑对象显示

选择“菜单”→“编辑”→“对象显示”命令，或使用快捷组合键〈Ctrl+J〉，打开“类选择”对话框，如图 10-44 所示。在绘图窗口中，单击泵体、填料压盖和阀体三个零部件，单击“确定”按钮，打开“编辑对象显示”对话框，如图 10-47 所示。

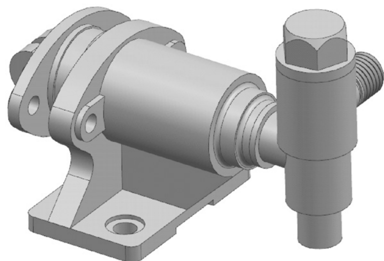


图 10-46 隐藏装配约束关系



图 10-47 “编辑对象显示”对话框

在“编辑对象显示”对话框中，将中间的“透明度”滑块拖动到“60”处，单击“确定”按钮完成对泵体、填料压盖和阀体三个实体的透明显示设置，效果如图 10-48 所示。

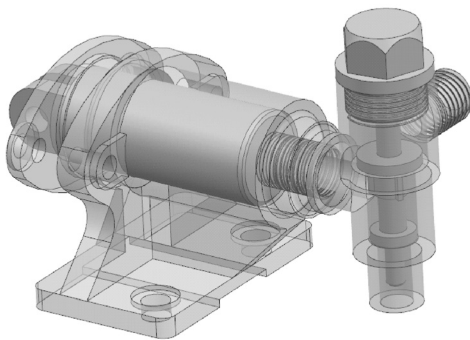


图 10-48　设置装配图显示效果

10.4　自顶向下装配

自顶向下装配的方法是指在上下文设计（Working in Context）中进行装配。上下文设计是指在一个部件中定义几何对象时引用其他部件的几何对象。

例如，在一个组件中定义孔时需要引用其他组件中的几何对象进行定位。当工作部件是尚未设计完成的组件而显示部件是装配件时，上下文设计非常有用。

自顶向下装配的方法有两种。

方法一：

（1）先建立装配结构，此时没有任何的几何对象。

（2）使其中一个组件成为工作部件。

（3）在该组件中建立几何对象。

（4）依次使其余组件成为工作部件并建立几何对象，注意可以引用显示部件中的几何对象。

方法二：

（1）在装配件中建立几何对象。

（2）建立新的组件，并把图形加到新组件中。

在装配的上下文设计（Designing in Context of an Assembly）中，当工作部件是装配中的一个组件而显示部件是装配件时，定义工作部件中的几何对象时可以引用显示部件中的几何对象，即引用装配件中其他组件的几何对象。建立和编辑的几何对象在工作部件中，但是显示部件中的几何对象是可以选择的。

 提示：

组件中的几何对象只是被装配件引用而不是复制，修改组件的几何模型后，装配件会自动改变，这就是主模型的概念。

该方法首先建立装配结构，即装配关系，但不建立任何几何模型，然后使其中的组件成为工作部件，并在其中建立几何模型，即在上下文中进行设计，边设计，边装配。

其详细设计过程如下。

（1）建立一个新装配件，如_asm1.prt。

（2）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“新建组件”命令，或依次单击“装配”选

项卡→“组件”组→“新建”图标。

（3）在打开的“新组件文件”对话框中输入新组件的路径和名称，如p1，单击“确定”按钮。

（4）系统打开如图10-49所示的“新建组件”对话框，单击“确定”按钮，新组件即可被装到装配件中。

（5）重复上述（2）至（5）步，建立新组件p2。

（6）打开装配导航器查看，如图10-50所示。



图10-49 “新建组件”对话框



图10-50 装配导航器

（7）以下要在新的组件中建立几何模型。先选择p1成为工作部件，建立实体。

（8）使p2为工作部件，建立实体。

（9）使装配件_asm1.prt成为工作部件。

（10）选择“菜单”→“装配”→“组件位置”→“装配约束”命令，给组件p1和p2建立装配约束。

10.5 装配爆炸图

爆炸图是在装配环境下把组成装配的组件拆分开来，以更好地表达整个装配的组成状况，便于观察每个组件的一种方法。爆炸图是一个已经命名的视图，一个模型中可以有多个爆炸图。UG默认的爆炸图名为Explosion，后加数字后缀。用户也可根据需要指定爆炸图名称。选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”命令，打开如图10-51所示的“爆炸图”子菜单。选择“菜单”→“信息”→“装配”→“爆炸”命令，可以查询爆炸信息。



图10-51 “爆炸图”子菜单

10.5.1 爆炸图的建立

选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“新建爆炸图”命令，或者依次单击“爆炸”工具栏中的“新建爆炸图”图标，打开如图10-52所示的“新建爆炸图”对话框。在该对话框中输入爆炸视图的名称，或者接受默认名，单击“确定”按钮，建立一个新的爆炸视图。



图 10-52 “新建爆炸图”对话框

10.5.2 自动爆炸视图

选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“自动爆炸组件”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“自动爆炸组件”图标，系统打开“类选择”对话框，选择需要爆炸的组件，完成以后打开如图 10-53 所示的“自动爆炸组件”对话框。



图 10-53 “自动爆炸组件”对话框

“自动爆炸组件”对话框中“距离”选项的功能如下。

距离：该选项用于设置自动爆炸组件之间的距离。

10.5.3 爆炸视图编辑

（1）编辑爆炸视图：选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“编辑爆炸图”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“编辑爆炸图”图标，系统打开如图 10-54 所示的“编辑爆炸图”对话框。选择需要编辑的组件，然后选择需要的编辑方式，再选择点选择类型，确定组件的定位方式。然后直接用鼠标选取屏幕中的位置，移动组件位置。

（2）取消爆炸组件：选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“取消爆炸组件”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“取消爆炸组件”图标，系统打开“类选择”对话框。选择需要复位的组件后，单击“确定”按钮，即可使已爆炸的组件回到原来的位置。

（3）删除爆炸图：选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“删除爆炸图”命令，或者依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“删除爆炸图”图标，系统打开如图 10-55 所示的对话框。选择要删除的爆炸图的名称。单击“确定”按钮，即完成删除爆炸图操作。



图 10-54 “编辑爆炸图”对话框



图 10-55 “爆炸图”对话框

（4）隐藏爆炸图：隐藏爆炸图是将当前爆炸图隐藏起来，使图形窗口中的组件恢复到爆炸前的状态。选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“隐藏爆炸图”命令即可。

（5）显示爆炸图：显示爆炸图是将已建立的爆炸图显示在图形区中。选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“显示爆炸图”命令即可。

10.5.4 实例——柱塞泵爆炸图

本节将对柱塞泵的爆炸图进行详细的讲解。爆炸图是在装配模型中零部件按照装配关系偏离原来的位置的拆分图形。通过爆炸视图可以方便查看装配中的零部件及其相互之间的装配关系，如图 10-56 所示。

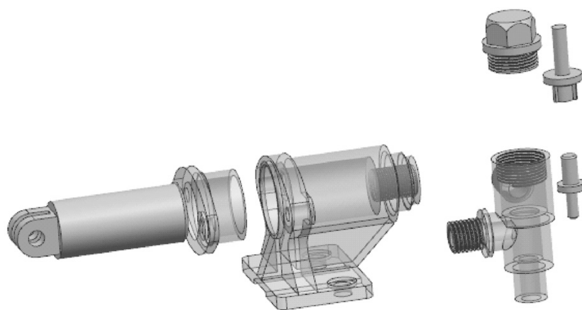


图 10-56 柱塞泵爆炸图



光盘\视频教学\第10章\柱塞泵的爆炸图.avi



操作步骤

1．打开文件

选择“菜单”→“文件”→“打开”命令，或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“打开”图标，打开“打开”对话框，选择“yuanwenjian\ch12\ zhusaibeng.prt”文件，单击“OK”按钮。

2．建立爆炸视图

（1）选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“新建爆炸图”命令，或依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“新建爆炸图”图标，打开“新建爆炸图”对话框，如图 10-57 所示。



图 10-57 “新建爆炸图”对话框

（2）可以在“名称”文本框中输入爆炸视图的名称，或是接受默认名称。单击“确定”按钮，建立“Explosion 1”爆炸视图。此时，绘图窗口中并没有什么变化，各个零部件并没有从它们的装配位置偏离。

接下来将零部件炸开，有两种方法：编辑爆炸视图和自动爆炸组件。

3．自动爆炸组件

（1）选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“自动爆炸组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“自动爆炸组件”图标，打开“类选择”对话框，如图 10-58 所示。

（2）单击“全选”按钮，选择绘图窗口中的所有组件，单击“确定”按钮，打开“自动爆炸组件”对话框，如图 10-59 所示，设置“距离”为“40”。



图 10-58 “类选择”对话框



图 10-59 “自动爆炸组件”对话框

（3）单击“自动爆炸组件”对话框中的“确定”按钮，完成自动爆炸组件操作，如图 10-60 所示。

4．编辑爆炸视图

（1）选择“菜单”→“装配”→“爆炸图”→“编辑爆炸图”命令，或依次单击“装配”选项卡→“爆炸图”组→“编辑爆炸图”图标，打开“编辑爆炸图”对话框，如图 10-61 所示。

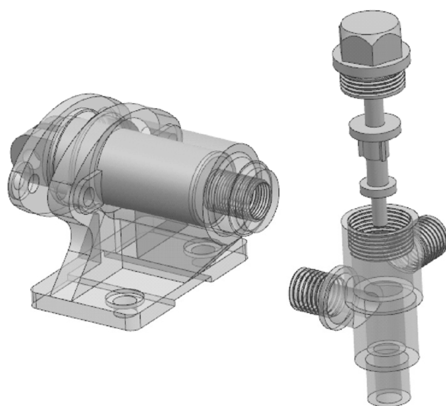


图 10-60　自动爆炸组件



图 10-61 “编辑爆炸图”对话框

（2）在绘图窗口中单击左侧的“柱塞”组件，然后在“编辑爆炸图”对话框选择“移动对象”单选按钮，如图 10-62 所示。

（3）在绘图窗口中单击 *Z* 轴，如图 10-63 所示，激活“编辑爆炸图”对话框中的“距离”文本框，设置移动距离为“-120”，即沿 *Z* 轴负方向移动 120 mm，如图 10-64 所示。

（4）单击“确定”按钮后，完成对柱塞组件爆炸位置的重定位，结果如图 10-65 所示。



图 10-62 “移动对象”选项

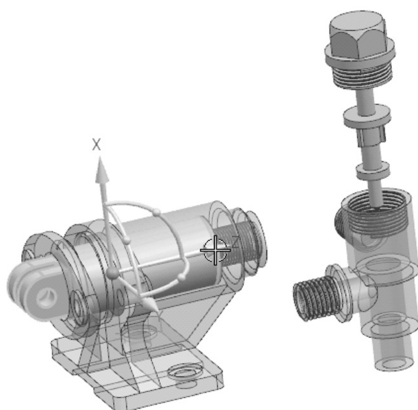


图 10-63 点击 Z 轴



图 10-64 设定移动距离

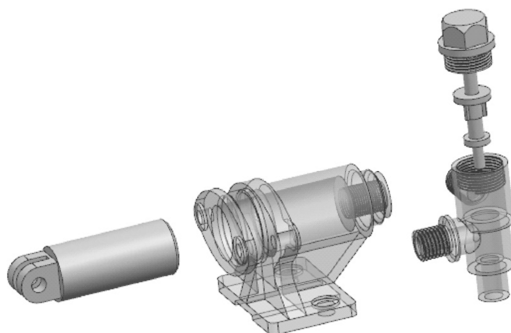


图 10-65 编辑柱塞组件

5．编辑“填料压盖”组件

重复调用“编辑爆炸图”命令，将填料压盖沿 Z 轴负向相对移动 30 mm，如图 10-66 所示。结果如图 10-67 所示。



图 10-66 设定移动距离

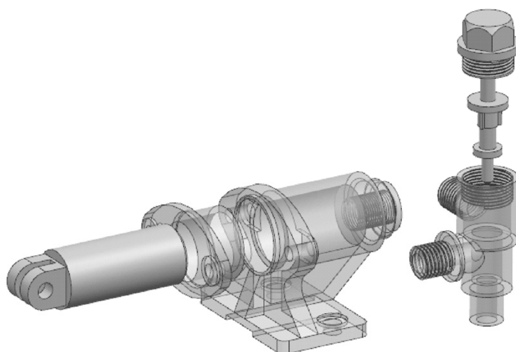


图 10-67 编辑填料压盖组件

6．编辑上下阀瓣以及阀盖三个组件

重复调用“编辑爆炸图”命令，将上、下阀瓣以及阀盖三个组件分别移动到适当位置，最终完成柱塞泵爆炸视图的绘制，结果如图 10-68 所示。



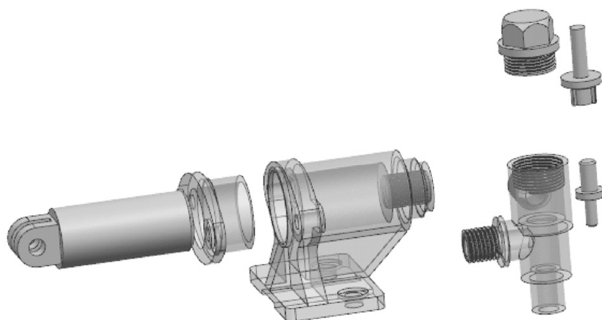


图 10-68　柱塞泵爆炸图

10.6　对象干涉检查



图 10-69 “简单干涉”对话框

选择“菜单”→“分析”→“简单干涉”命令，打开如图 10-69 所示的“简单干涉”对话框。该对话框提供了 2 种干涉检查结果对象的方法，介绍如下。

（1）干涉体：该选项用于以产生干涉体的方式向用户显示发生干涉的对象。在选择了要检查的实体后，会在工作区中产生一个干涉实体，以便用户快速地找到发生干涉的对象。

（2）高亮显示的面对：该选项主要用于加亮表面的方式向用户显示干涉的表面。选择要检查干涉的第一体和第二体，高亮显示发生干涉的面。

10.7　组件族



图 10-70 “部件族”对话框

组件族提供通过一个模板零件快速定义一类类似的组件（零件或装配）族方法。该功能主要用于建立一系列标准件，可以一次生成所有的相似组件。

选择“菜单”→“工具”→“部件族”命令，打开如图 10-70 所示的“部件族”对话框。

“部件族”对话框中部分选项的功能如下。

（1）可导入部件族模板：该复选框用于连接 UG/Manager 和 IMAN 进行产品管理，一般情况下，保持默认选项即可。

（2）可用的列：该下拉列表框中列出了用来驱动系列组件的参数选项。

- 表达式：选择表达式作为模板，使用不同的表达式值来生成系列组件。
- 属性：将定义好的属性值设为模板，可以为系列组件生成不同的属性值。

● 组件：选择装配中的组件作为模板，用以生成不同的装配。
● 镜像：选择镜像体作为模板，同时可以选择是否生成镜像体。
● 密度：选择密度作为模板，可以为系列件生成不同的密度值。
● 特征：选择特征作为模板，同时可以选择是否生成指定的特征。

选择相应的选项后，双击列表框中的选项或选中指定选项后单击“添加列”按钮，就可以将其添加到“选定的列”列表框中。“选定的列”中不需要的选项可以通过“移除列”按钮来删除。

（3）族保存目录：可以利用“浏览”按钮来指定生成的系列组件的存放目录。

（4）部件族电子表格：该卷展栏用于控制如何生成系列组件。

● 创建：选中该选项后，系统会自动调用 Excel 表格，选中的相应条目会被列举在其中，如图 10-71 所示。
● 编辑：保存生成的 Excel 表格后，返回 UG 中，单击该按钮可以重新打开 Excel 表格进行编辑。



图 10-71 创建 Excel 表格

● 删除：删除已定义的 Part Family 文件。
● 恢复：在切换到 UG 环境后，单击该选项可以再回到 Excel 编辑环境。
● 取消：用于取消对于 Excel 的当前编辑操作。一般在“确认部件”以后发现参数不正确，可以利用该选项取消这编辑。

另外，如果在装配环境中加入了模板文件的主文件，系统会打开系列组件选择对话框，用户可以自己指定需要导入的部件，完成装配。

10.8 装配信息查询

装配信息可以通过相关菜单命令来查询。其命令主要在“菜单”→“信息”→“装配”子菜单中（如图 10-72 所示）。

对相关命令的功能介绍如下。

（1）列出组件：执行该命令后，系统会在“信息”窗口列出工作部件中各组件的相关信息（如图 10-73 所示）。其中包括工作部件名、部件文件名、引用集名、组件名、部件配对方法和组件被加载的次数等信息。

（2）更新报告：执行该命令后，系统将会列出装配中各部件的更新信息（如图 10-74 所示）。其中包括部件名、引用集名、载入的版本、参考的版本、部件组成员状态以及注视信息等。

（3）会话中何处使用：执行该命令后，可以在当前装配部件中查找引用指定部件的所有装配。系统会打开如图 10-75 所示的“会话中何处使用”对话框，在其中选择要查找的部件。选择指定部件后，系统会在“信息”窗口中列出引用当前所选部件的装配部件，如图 10-76 所示。信息包括装配部件名、状态和引用数量等。

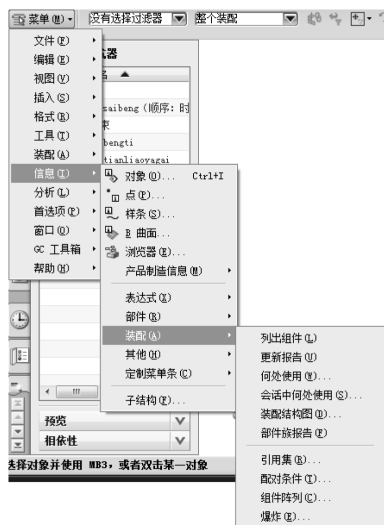


图 10-72 查询装配信息命令



图 10-73 “信息”窗口-组件信息

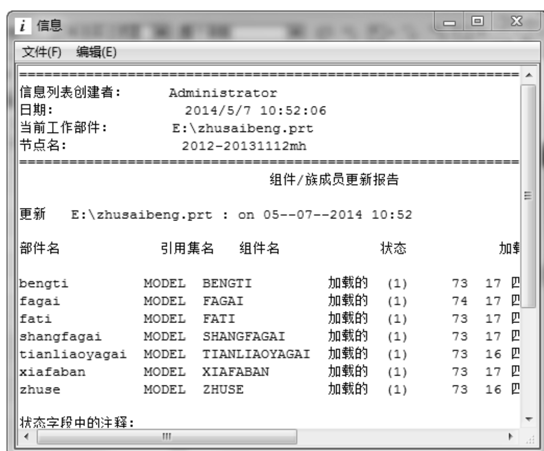


图 10-74 “信息”窗口-部件更新信息



图 10-75 “会话中何处使用”对话框

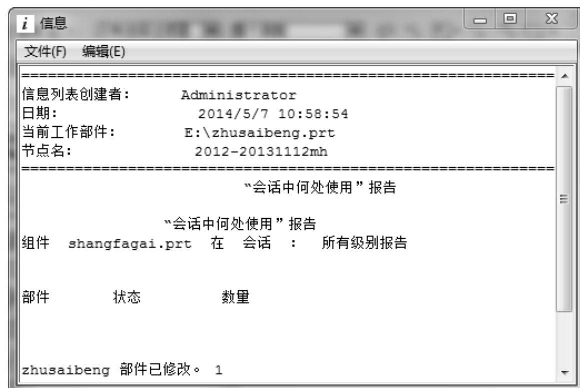


图 10-76 “信息”窗口-会话中何处使用

（4）装配结构图：执行该命令后，系统打开如图 10-77 所示的“装配图”对话框。在该对话框中设置完显示项目和相关信息后，然后指定一点用于放置装配结构图。

对话框上部是已选项目信息，可以进行添加、删除信息操作，用于设置装配结构要显示的内容和排列顺序。

对话框中部是当前部件属性和属性名。用户可以选择属性直接加到上部的项目信息中，也可以在文本框中输入名称来获取。

对话框下部是指定图形的目标位置，可以将生成的图表放置在当前部件、存在的部件或者是新部件中。

如果要将生成的装配结构图形删除，勾选“移除现有图表”复选框即可。

（5）何处使用：执行该命令后，系统将查找出所有的引用指定部件的装配件。系统会打开如图 10-78 所示的对话框。



图 10-77 “装配图”对话框



图 10-78 “何处使用报告”对话框

当输入部件名称和指定相关选项后，系统会在“信息”窗口中列出引用该部件的所有装配部件，包括部件名称、报告日期、根目录、引用的装配部件名以及被引用的次数等信息，如图 10-79 所示。

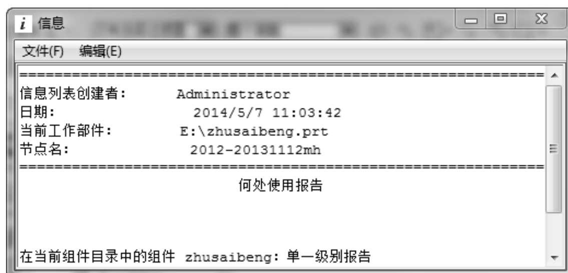


图 10-79 “信息”窗口-何处使用报告

“何处使用报告”对话框中主要选项的功能如下。

1）部件名：该文本框中用于输入要查找的部件名称，默认值为当前工作部件名称。

2）搜索选项：该选项组提供了 3 种查找方式。

- 按搜索目录：该选项用于在定义的搜寻目录中查找。
- 搜索部件目录：该选项用于在部件所在的目录中查找。
- 输入目录：该选项用于在指定的目录中查找。

3）选项：该下拉列表框用于定义查找装配的级别范围。

- 单一级别：该选项只用来查找父装配，而不包括父装配的上级装配。
- 所有级别：该选项用来在各级装配中查找。

10.9　装配序列化

装配序列化的功能主要有两个：一个是规定一个装配的每个组件的时间与成本特性；另一个是用于表演装配顺序，指导一线的装配工人进行现场装配。

完成组件装配后，可建立序列化来表达装配各组件间的装配顺序。

选择“菜单”→“装配”→“序列”命令，或依次单击“装配”选项卡→“常规“组→“序列”图标，系统会自动进入 Sequencing 环境并打开如图 10-80 所示的“主页”功能区。



图 10-80 “主页”功能区

下面介绍该功能区中主要选项的用法。

（1）完成：单击“完成”图标，退出序列化环境。

（2）新建序列：单击“新建”图标，创建一个序列。系统会自动为这个序列命名为“序列_1”，以后新建的序列依次为“序列_2”“序列_3”等。用户也可以自己修改名称。

（3）插入运动：选择如图 10-81 所示的“序列步骤”组中的“插入运动”图标。该组用于建立一段装配动画模拟。

- 选择对象：单击该图标，选择需要运动的组件对象。
- 移动对象：单击该图标，移动组件。
- 只移动手柄：单击该图标，移动坐标系。
- 运动记录首选项：单击该图标，打开如图 10-82 所示的“首选项”对话框。该对话框用于指定步进的精确程度和运动动画的帧数。
- 拆卸：单击该按钮，拆卸所选组件。
- 摄像机：单击该按钮，捕捉当前的视角，以便在回放的时候以合适的角度观察运动情况。

（4）装配：单击“装配”图标，打开“类选择”对话框，按照装配步骤选择需要添加的组件，该组件会自动出现在视图区右侧。用户可以依次选择要装配的组件，生成装配序列。

（5）一起装配：单击“一起装配”图标，在视图区选择多个组件，进行一次全部装配。“装配”功能只能一次装配一个组件，该功能在“装配”功能选中之后可选。

（6）拆卸：单击“拆卸”图标，在视图区选择要拆卸的组件，该组件会自动恢复到绘图区左侧。该功能主要是模拟反装配的拆卸序列。

（7）一起拆卸：单击“一起拆卸”图标，是一起装配的反过程。

（8）记录摄像位置：单击“记录摄像位置”图标，为每一步序列生成一个独特的视角。当序列演变到该步时，自动转换到定义的视角。

（9）暂停：单击“暂停”图标，则系统会自动插入暂停并分配固定的帧数，当回放的时候，系统看上去像暂停一样，直到走完这些帧数。

（10）删除：单击“删除”图标，删除一个序列步。

（11）在序列中查找：单击“在序列中查找”图标，打开“类选择”对话框，可以选择一个组件，然后查找应用了该组件的序列。

（12）显示所有序列：单击“显示所有序列”图标，显示所有的序列。

（13）捕捉布置：单击“捕捉布置”图标，把当前的运动状态捕捉下来，作为一个装配序列。用户可以为这个序列取一个名字，系统会自动记录这个序列。

定义完序列后，用户就可以通过如图 10-83 所示的“回放”组来播放装配序列。在最左边的是“设置当前帧数”，在最右边的是“回放速度”，该选项取值范围为从 1 到 10，数字越大，播放的速度就越快。



图 10-81 “序列步骤”组



图 10-82 “首选项”对话框

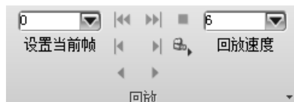


图 10-83 “回放”组

10.10 综合实例——表装配

前文讲述了表的各个部件的创建，本节将介绍如何对其进行装配（中心配对、距离配对、面配对等）。首先依次添加各个零件，然后分别添加对应配合关系，完成装配。其装配结果如图 10-84 所示。

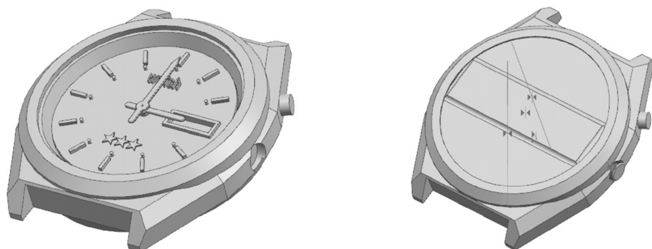


图 10-84 表装配图



光盘\视频教学\第10章\表装配.avi



操作步骤

1．创建装配文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，弹出“新建”对话框，如图 10-85 所示。在“模板”选项组中选择“装配”，在“名称”文本框中输入“biao”，单击“确定”按钮，进入装配环境。



图 10-85 “新建”对话框

2．添加表壳

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框，如图 10-86 所示。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 biaoke，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口，如图 10-87 所示。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“绝对原点”，单击“确定”按钮，将表壳添加到装配环境中的原点处，如图 10-88 所示。



图 10-86 “添加组件”对话框



图 10-87 “组件预览”窗口

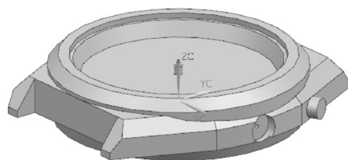


图 10-88 添加表壳

3．添加表面并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 biaomian，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框，如图 10-89 所示。



图 10-89 “装配约束”对话框

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-90 所示的表壳圆柱面和表面的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-90 所示的表壳接触面和表面上的接触面，单击“确定”按钮，结果如图 10-91 所示。

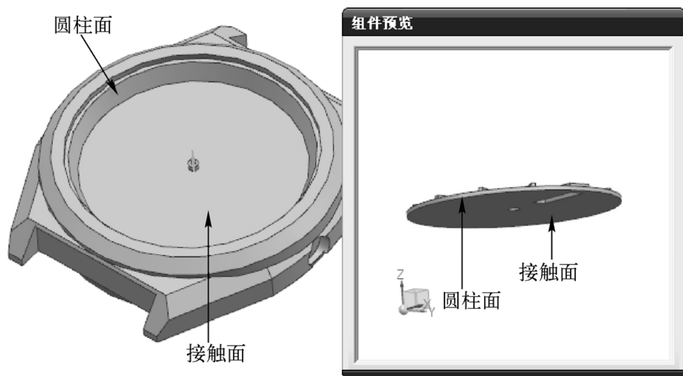


图 10-90 装配示意图


图 10-91 装配表面

4．添加时针并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 shizhen，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-92 所示的表壳圆柱面和时针的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-92 所示的表壳接触面和时针接触面，单击“确定”按钮，结果如图 10-93 所示。

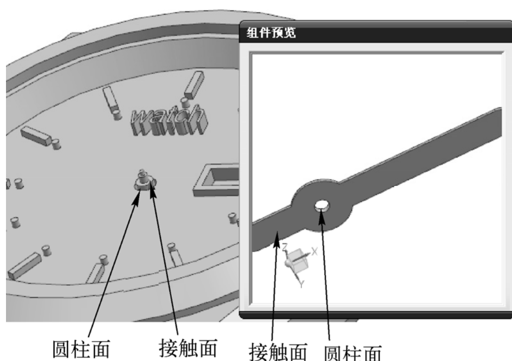


图 10-92 装配示意图



图 10-93 装配时针

5．添加分针并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 fenzhen，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-94 所示的表壳圆柱面和分针的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-94 所示的表壳接触面和分针接触面。

（6）在“类型”下拉列表框中选择“角度”，设置“角度”为“180”，选择如图 10-94 所示的表面角度配合面和分针角度配合面，单击“确定”按钮，结果如图 10-95 所示。

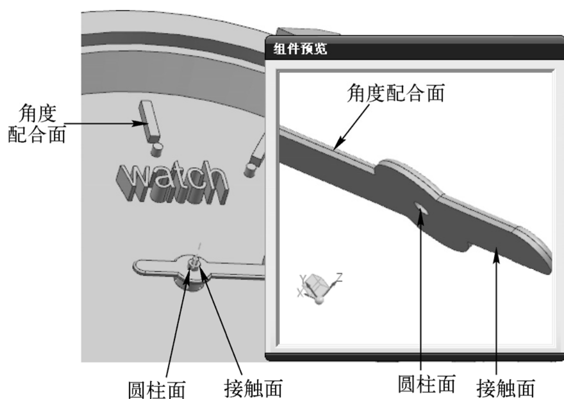


图 10-94 装配示意图



图 10-95 装配分针

6．添加五角星并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 wujiaoxing，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-96 所示的表壳接触面和五角星接触面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“距离”，选择如图 10-96 所示五角星上的点和表面上的距离面 1，设置距离为 4，单击“应用”按钮。

（6）在“类型”下拉列表框中选择“距离”，选择如图 10-96 所示五角星上的点和表面上的距离面 2，设置距离为-3.5，单击“确定”按钮，结果如图 10-97 所示。

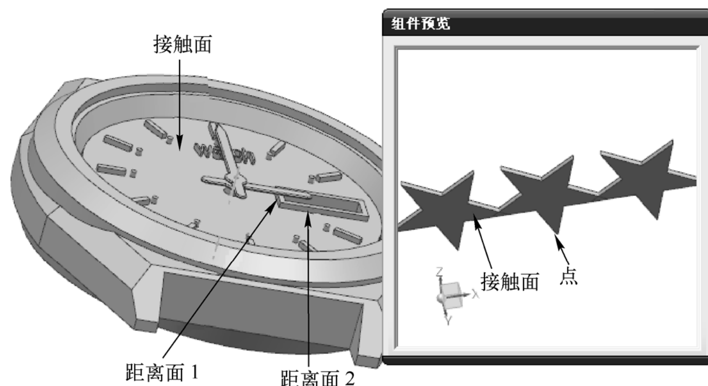


图 10-96　装配示意图



图 10-97　装配五角星

7．添加前表盖并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 biaoqiangai，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-98 所示的表壳圆柱面和前表盖的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-98 所示的表壳接触面和前表盖接触面，单击“确定”按钮，结果如图 10-99 所示。

8．添加后表盖并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 houbiaogai，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。



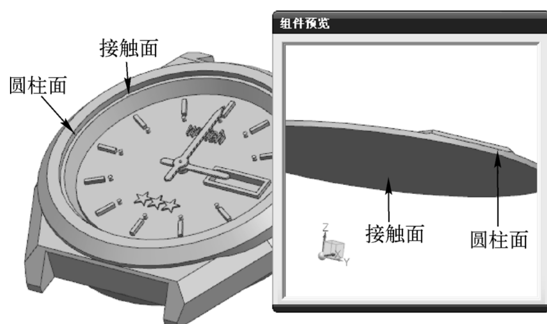


图 10-98　装配示意图

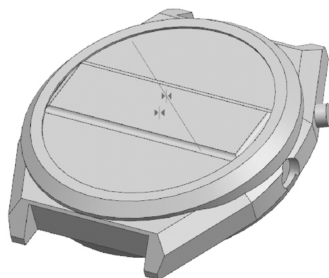


图 10-99　装配前表盖

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-100 所示的表壳圆柱面和后表盖的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-100 所示的表壳接触面和后表盖接触面，单击“确定”按钮，结果如图 10-101 所示。

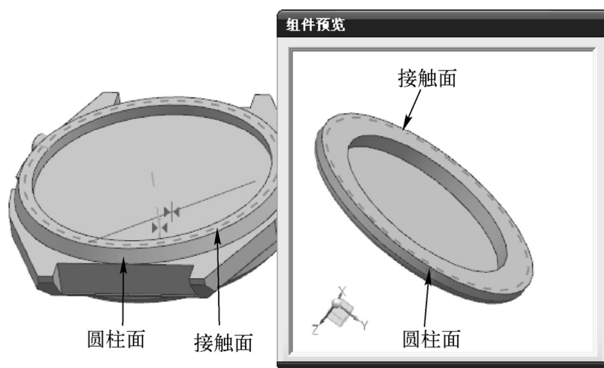


图 10-100　装配示意图

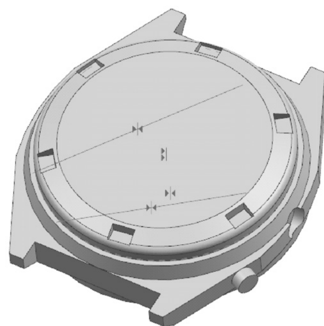


图 10-101　装配后表盖

9．添加旋钮并装配

（1）选择“菜单”→“装配”→“组件”→“添加组件”命令，或依次单击“装配”选项卡→“组件”组→“添加组件”图标，弹出“添加组件”对话框。

（2）单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框。根据部件的存放路径选择部件 xuanniu，单击“OK”按钮，弹出“组件预览”窗口。

（3）在“添加组件”对话框中的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

（4）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“自动判断中心/轴”，选择如图 10-102 所示的表壳圆柱面和旋钮的圆柱面。

（5）在“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”，“方位”设置为“接触”，选择如图 10-102 所示的表壳接触面和旋钮接触面，单击“确定”按钮，结果如图 10-103 所示。

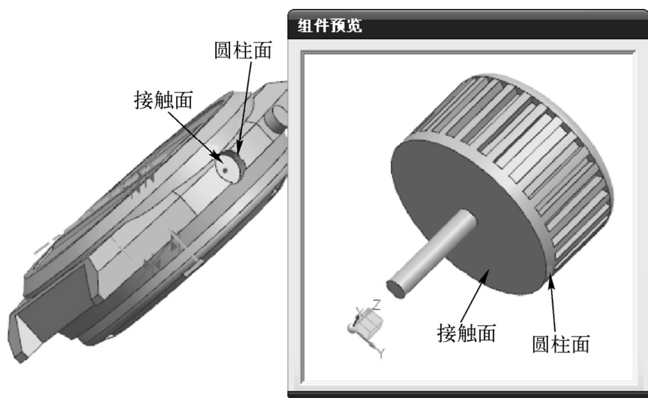


图 10-102　装配示意图

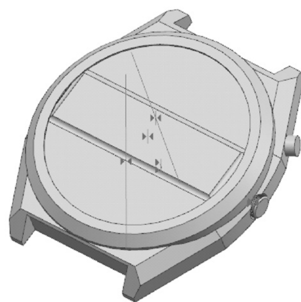


图 10-103　装配旋钮

第 11 章

钣 金 设 计

NX 钣金应用提供了一个直接操作钣金零件设计的集中的环境。NX 钣金建立于工业领先的 Solid Edge 方法，目的是设计：Machinery，Enclosures，Brake-press Manufactured Parts 和其他具有线性折弯线的零件。

11.1 NX 钣金概述

本节主要介绍如何进入钣金环境，以及钣金特征的创建流程。

启动 UG NX 9.0 后，选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“标准”组→“新建”图标，打开“新建”对话框，如图 11-1 所示。



图 11-1 “新建”对话框

在“模板”选项组中选择“NX 钣金”，输入文件名称和文件路径，单击“确定”按钮，进入 UG NX 钣金环境，如图 11-2 所示。它提供了 UG 专门面向钣金件的直接的钣金设计环境。

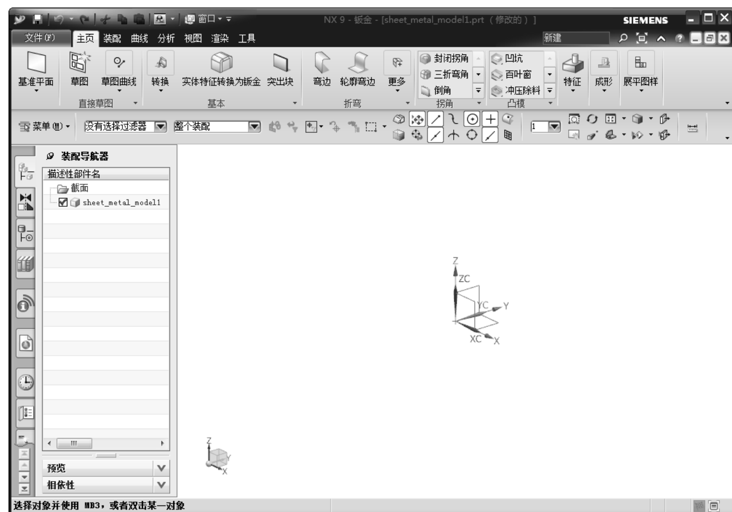


图 11-2 NX 钣金建模环境

当在其他环境中时，依次单击“应用模块”选项卡→“设计”组→“钣金”图标，如图 11-3 所示，进入钣金设计环境。



图 11-3 “设计”组

11.1.1 NX 钣金流程

典型的 NX 钣金流程如下。

（1）设置钣金属性的默认值。

（2）草绘基本特征形状，或者选择已有的草图。

（3）创建基本特征（常用标签特征）。

创建钣金零件的典型工作流程的第一步是创建基本特征。基本特征是要创建的第一个特征，定义零件形状。在 NX 钣金中，常使用突出块特征来创建基本特征，但也可以使用轮廓弯边和放样弯边来创建。

（4）添加特征如弯边、凹坑和使用折弯进一步定义已经成形的钣金零件的基本特征。

在创建了基本特征之后，使用 NX 钣金和成形特征命令来完成钣金零件，这些命令有弯边、凹坑、折弯、孔、腔体等。

（5）根据需要采用取消折弯展开折弯区域，在钣金零件上添加孔、除料、压花和百叶窗特征。

（6）重新折弯展开的折弯面来完成钣金零件。

（7）生成零件平板实体便于图样和以后的加工。

应用“展平实体”命令在零件文件中创建新的实体的同时保持最初的实体。

平板实体在时间次序表中总是在最后。每当有新特征添加到父特征上时，都将平板实体放在最后，更新父特征来考虑更改。

11.1.2 NX 钣金首选项

钣金应用提供了材料厚度、折弯半径和折弯缺口等默认属性设置。也可以根据需要更改这些设置。选择“菜单”→“首选项”→“NX 钣金”命令，打开如图 11-4 所示的“钣金首选项”对话框。在图中可以改变钣金的默认设置项，包括部件属性、展平图样处理和展平图样显示三项。

1．部件属性

（1）材料厚度：钣金零件默认厚度，可以在图 11-4 所示的“钣金首选项”对话框中设置材料厚度。

（2）折弯半径：折弯默认半径（基于折弯时发生断裂的最小极限来定义），在图 11-4 所示的“钣金首选项”对话框中可以根据所选材料的类型来更改折弯半径设置。

（3）让位槽深度/让位槽宽度：从折弯边开始计算折弯缺口延伸的距离称为折弯深度（D），跨度称为宽度（W）。可以在图 11-4 所示的“钣金首选项”对话框中设置止裂口宽度和深度，其含义如图 11-5 所示。

（4）折弯许用半径公式（中性因子值）。

中性轴是指折弯外侧拉伸应力等于内侧挤压应力处，它用来表示平面展开处理的折弯需用公式。由折弯材料的机械特性决定，用材料厚度的百分比来表示，从内侧折弯半径来测量，默认为 0.33，有效范围为 0～1。

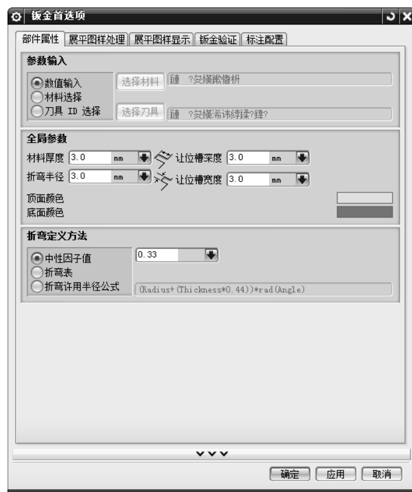


图 11-4 “钣金首选项”对话框

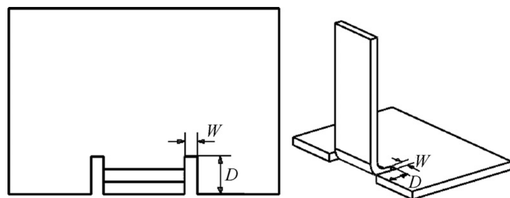


图 11-5 止裂口参数含义示意图

2．展平图样处理

单击“展平图样处理”选项卡，其中可以设置平面展开图处理参数，如图 11-6 所示。

（1）拐角处理选项：对平面展开图的内拐角和外拐角进行倒角和倒圆。在后面的文本框中输入倒角的边长或倒圆半径。

（2）展平图样简化：对圆柱表面或者折弯线上具有裁剪特征的钣金零件进行平面展开时，生成 B 样条曲线，该选项可以将 B 样条曲线转化为简单直线和圆弧。用户可以在如图 11-6 所示对话框中定义最小圆弧和偏差的公差值。

（3）移除系统生成的折弯止裂口：当创建没有止裂口的封闭拐角时，系统在 3D 模型上生成一个非常小的折弯止裂口。在如图 11-6 所示对话框中设置在定义平面展开图实体时，是否移除系统生成的折弯止裂口。

3．展平图样显示

单击“展平图样显示”选项卡，其中可以设置平面展开图显示参数，包括各种曲线的显示颜色、线性、线宽和标注，如图 11-7 所示。



图 11-6 设置展平图样处理

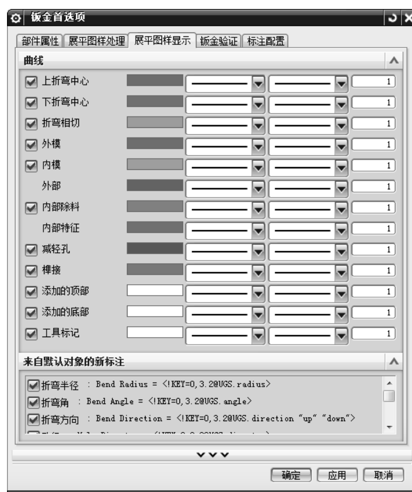


图 11-7 设置展平图样显示

4．钣金验证

该选项卡中设置最小工具间隙和最小腹板长度的验证参数。

11.2 钣金基本特征

NX 钣金包括基本的钣金特征，如弯边、垫板、凸凹、钣金角条件、轮廓弯边以及改进生产力的自动折弯缺口。在钣金设计中，系统也提供了通用的典型建模特征，如孔、槽和其他基本编辑方法，如复制、粘贴和镜像。

11.2.1 突出块特征

“突出块”命令可以使用封闭轮廓创建任意形状的扁平特征。

突出块是在钣金零件上创建平板特征，可以使用该命令来创建基本特征或者在已有钣金零件的表面添加材料。

选择“菜单”→“插入”→“突出块”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“基本”组→“突出块”图标，打开如图 11-8 所示的“突出块”对话框。“突出块”示意图如图 11-9 所示。



图 11-8 “突出块”对话框

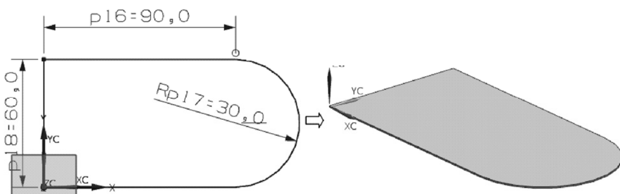


图 11-9 “突出块”示意图

“突出块”对话框中部分选项的功能如下。

1．截面

（1）选择曲线：用来指定使用已有的草图来创建平板特征。

（2）绘制截面：可以在参考平面上绘制草图来创建平板特征。

2．厚度

输入突出块的厚度。

11.2.2 弯边特征

弯边特征可以创建简单折弯和弯边区域。弯边包括圆柱区域（即通常所说的折弯区域）和矩形区域（即网格区域）。

选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开如图 11-10 所示的“弯边”对话框。

“弯边”对话框中部分选项的功能如下。

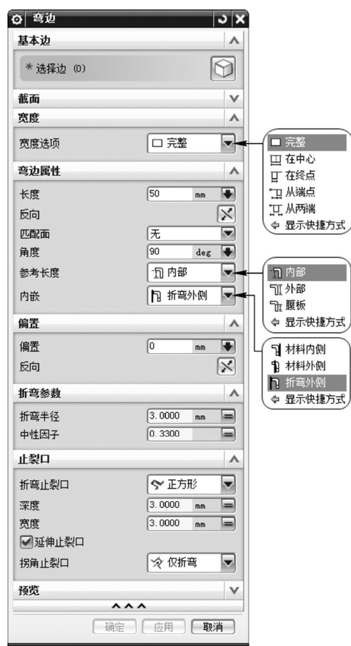


图 11-10 “弯边”对话框

（1）宽度选项：用来设置定义弯边宽度的测量方式。宽度选项包括完整、在中心、在终点、从两端和从端点五种方式，示意图如图 11-11 所示。

- 完整：指沿着所选择折弯边的边长来创建弯边特征，当选择该选项创建弯边特征时，弯边的主要参数有长度、偏置和角度。
- 在中心：指在所选择的折弯边中部创建弯边特征，可以编辑弯边宽度值和使弯边居中，默认宽度是所选择折弯边长的三分之一，当选择该选项创建弯边特征时，弯边的主要参数有长度、偏置、角度和宽度（两宽度相等）。
- 在终点：指从所选择的端点开始创建弯边特征，当选择该选项创建弯边特征时，弯边的主要参数有长度、偏置、角度和宽度。
- 从两端：指从所选择折弯边的两端定义距离来创建弯边特征，默认宽度是所选择折弯边长的三分之一，当选择该选项创建弯边特征时，弯边的主要参数有长度、偏置、角度、距离 1 和距离 2。

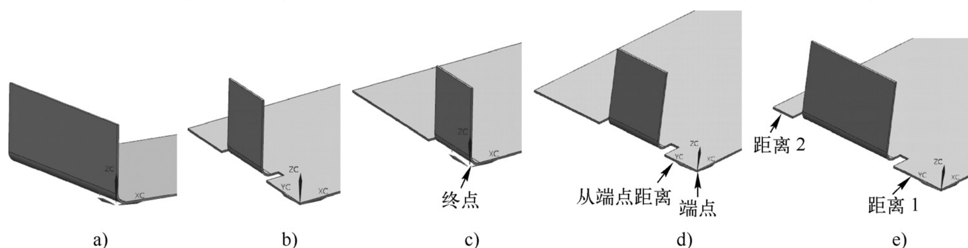


图 11-11 宽度示意图

a) 完整 b) 在中心 c) 在终点 d) 从两端 e) 从端点

- 从端点：指从所选折弯边的端点定义距离来创建弯边特征，当选择该选项创建弯边特征时，弯边的主要参数有长度、偏置、角度、从端点（从端点到弯边的距离）和宽度。

（2）角度：创建弯边特征的折弯角度，可以在视图区动态更改角度值。

（3）参考长度：用来设置定义弯边长度的度量方式，长度选项包括内部、外部和腹板三种方式。示意图如图 11-12 所示。

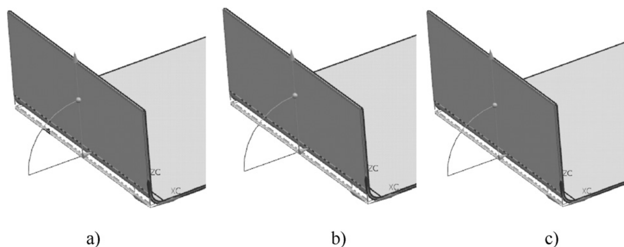
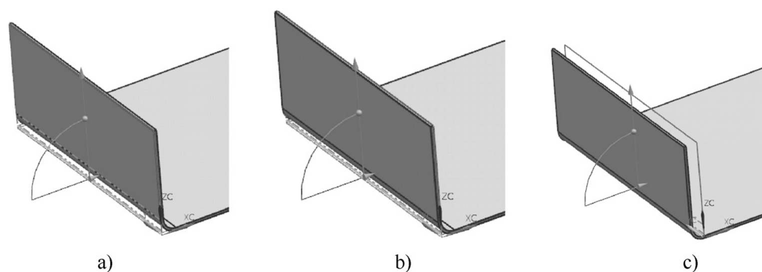


图 11-12 参考长度示意图

a) 内部 b) 外部 c) 腹板

- 内部：指从已有材料的内侧测量弯边长度。
- 外部：指从已有材料的外侧测量弯边长度。
- 腹板：指从已有材料的折弯处测量弯边长度。

（4）内嵌：用来表示弯边嵌入基础零件的距离。嵌入类型包括材料内侧、材料外侧和折弯外侧三种，示意图如图 11-13 所示。



a)　　b)　　c)

图 11-13　内嵌示意图

a) 材料内侧　b) 材料外侧　c) 折弯外侧

- 材料内侧：指弯边嵌入到基本材料的里面，这样突出块区域的外侧表面与所选的折弯边平齐。
- 材料外侧：指弯边嵌入到基本材料的里面，这样突出块区域的内侧表面与所选的折弯边平齐。
- 折弯外侧：指材料添加到所选中的折弯边上形成弯边。

（5）折弯止裂口：用来定义是否折弯止裂口到零件的边。

（6）拐角止裂口：定义要创建的弯边特征所邻接的特征是否采用拐角止裂口。

- 仅折弯：指仅对邻接特征的折弯部分应用拐角止裂口。
- 折弯/面：指对邻接特征的折弯部分和平板部分应用拐角止裂口。
- 折弯/面链：指对邻接特征的所有折弯部分和平板部分应用拐角止裂口。

11.2.3 轮廓弯边

“轮廓弯边”命令是通过拉伸表示弯边截面轮廓来创建弯边特征的。可以使用“轮廓弯边”命令创建新零件的基本特征或者在现有的钣金零件上添加轮廓弯边特征，可以创建任意角度的多个折弯特征。

选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“轮廓弯边”命令，或依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“轮廓弯边”图标，打开如图 11-14 所示的“轮廓弯边”对话框。

“轮廓弯边”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型-基本：可以使用基本轮廓弯边命令创建新零件的基本特征。

（2）宽度选项：包括“有限”和“对称”选项。示意图如图 11-15 所示。

- 有限：指创建有限宽度的轮廓弯边的方法。
- 对称：指用二分之一的轮廓弯边宽度值来定义轮廓两侧距离来定义轮廓弯边宽度创建轮廓弯边的方法。

（3）斜接角：设置轮廓弯边开始端和结束端的斜接角度。

（4）使用法向除料法进行斜接：用来定义是否采用法向切槽方式斜接。



图 11-14 “轮廓弯边”对话框

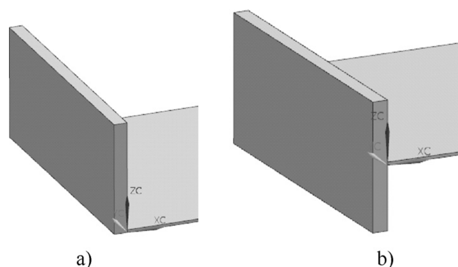


图 11-15 宽度示意图

a) 有限 b) 对称

11.2.4 放样弯边

放样弯边功能提供了在平行参考面上的轮廓或草图之间过渡连接的功能。可以使用“放样弯边”命令创建新零件的基本特征。

选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“放样弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“更多”库→“折弯”库→“放样弯边”图标，打开如图 11-16 所示的“放样弯边”对话框。“放样弯边”示意图如图 11-17 所示。



图 11-16 “放样弯边”

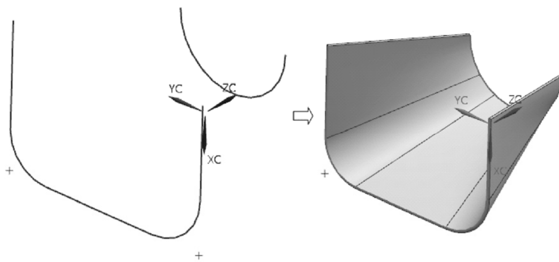


图 11-17 “放样弯边”示意图

“放样弯边”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型—基本：可以使用基本放样弯边选项创建新零件的基本特征。

（2）选择曲线：用来指定使用已有的轮廓作为放样弯边特征的起始轮廓来创建放样弯边特征。

（3）绘制截面：在参考平面上绘制出轮廓草图作为放样弯边特征的起始轮廓来创建基部放样弯边特征。

（4）指定点：用来指定放样弯边起始轮廓的顶点。

11.2.5 二次折弯特征

“二次折弯”命令用于在钣金零件平面上创建两个 90° 的折弯，并添加材料到折弯特征。二次折弯功能的轮廓线必须是一条直线，并且位于放置平面上。

选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“二次折弯”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“更多”库→“折弯”库→“二次折弯”图标，打开如图 11-18 所示的“二次折弯”对话框。

“二次折弯”对话框中部分选项的功能如下。

（1）高度：创建二次折弯特征时可以在视图区中动态更改高度值。

（2）参考高度：包括内部和外部两种选项，如图 11-19 所示。

- 内部：指定义选择放置面到二次折弯特征最近表面的高度。
- 外部：指定义选择放置面到二次折弯特征最远表面的高度。



图 11-18 “二次折弯”对话框

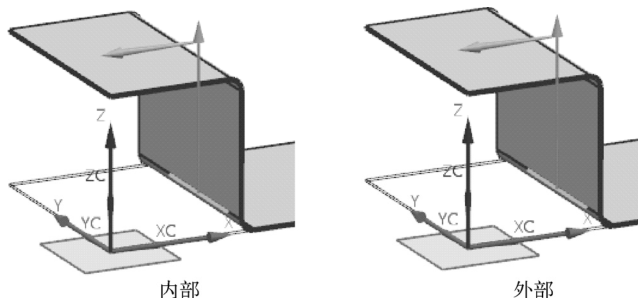


图 11-19 参考高度示意图

（3）内嵌：包括材料内侧、材料外侧和折弯外侧三种选项。示意图如图 11-20 所示。

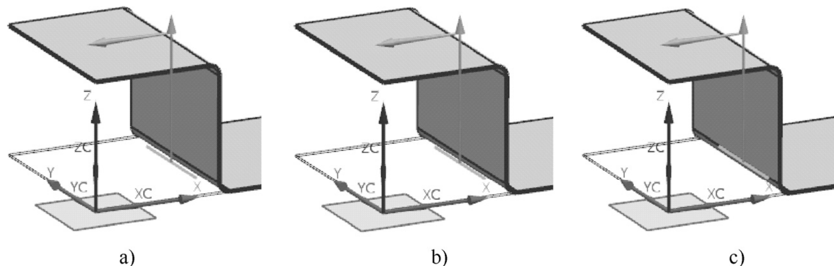


图 11-20 内嵌示意图

a) 材料内侧 b) 材料外侧 c) 折弯外侧

- 材料内侧：指凸凹特征垂直于放置面的部分在轮廓面内侧。
- 材料外侧：指凸凹特征垂直于放置面的部分在轮廓面外侧。
- 折弯外侧：指凸凹特征垂直于放置面的部分和折弯部分都在轮廓面外侧。

（4）延伸截面：该复选框用于定义是否延伸直线轮廓到零件的边。

11.2.6 折弯

“折弯”命令用于在钣金零件的平面区域上创建折弯特征。

选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“折弯”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“更多”库→“折弯”库→“折弯”图标，打开如图 11-21 所示的“折弯”对话框。



图 11-21 “折弯”对话框

“折弯”对话框中部分选项的功能如下。

（1）内嵌：包括外模线轮廓、折弯中心线轮廓、内模线轮廓、材料内侧和材料外侧五种。

- 外模线轮廓：指在展开状态时轮廓线表示平面静止区域和圆柱折弯区域之间连接的直线。
- 折弯中心线轮廓：指轮廓线表示折弯中心线，在展开状态时折弯区域均匀分布在轮廓线两侧。
- 内模线轮廓：指轮廓线表示在展开状态时的平面区域和圆柱折弯区域之间连接的直线。
- 材料内侧：在成形状态下，轮廓线在平面区域外侧平面内。
- 材料外侧：在成形状态下，轮廓线在平面区域内侧平面内。

（2）延伸截面：定义是否延伸截面到零件的边。

11.2.7 凹坑

凹坑是指用一组连续的曲线作为成形面的轮廓线，沿着钣金零件体表面的法向成形，同时在轮廓线上建立成形钣金部件的过程。它和冲压除料有一定的相似之处，主要不同的是浅成形不裁剪由轮廓线生成的平面。

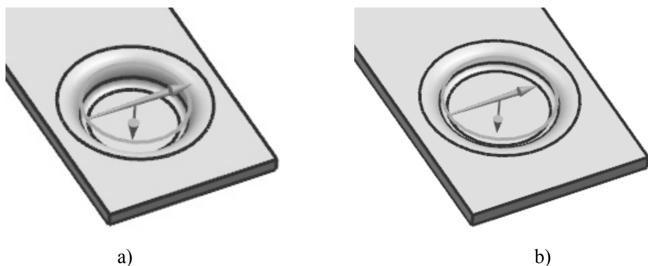
选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“凹坑”命令，或者依次单击“主页”选项卡→

“凸模”组→“凹坑”图标，打开如图 11-22 所示的“凹坑”对话框。



图 11-22 “凹坑”对话框

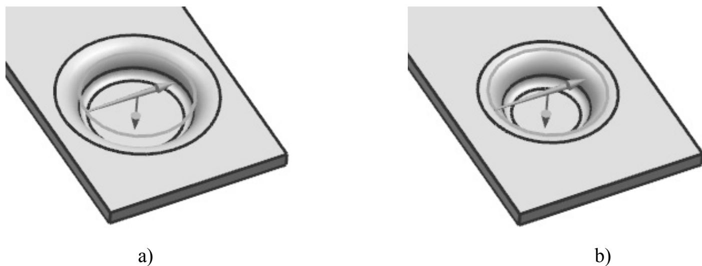
和二次折弯功能的对应部分参数含义相同，这里不再详述。“参考”示意图和“侧壁”示意图分别如图 11-23 和图 11-24 所示。



a) b)

图 11-23 “参考”示意图

a) 内部 b) 外部



a) b)

图 11-24 “侧壁”示意图

a) 材料内侧 b) 材料外侧

11.2.8 法向除料

法向除料是指用一组连续的曲线作为裁剪的轮廓线，沿着钣金零件体表面的法向进行裁剪。

选择“菜单”→“插入”→“剪切”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-25 所示的“法向除料”对话框。



图 11-25 “法向除料”对话框

“法向除料”对话框中部分选项的功能如下。

（1）切割方法：主要包括厚度和中位平面两种方法。

- 厚度：指在钣金零件体放置面沿着厚度方向进行裁剪。
- 中位面：是在钣金零件体的放置面的中间面向钣金零件体的两侧进行裁剪。

（2）限制：包括值、介于、直至下一个和贯通四种类型。

- 值：是指沿着法向，穿过至少指定一个厚度的深度尺寸的裁剪。
- 介于：指沿着法向从开始面穿过钣金零件的厚度，延伸到指定结束面的裁剪。
- 直至下一个：指沿着法向穿过钣金零件的厚度，延伸到最近面的裁剪。
- 贯通：指沿着法向，穿过钣金零件所有面的裁剪。

11.2.9 实例——机箱顶板

本例绘制机箱顶板，如图 11-26 所示。首先绘制机箱基体主板，然后在其上面创建弯边，最后创建造型和孔，完成机箱顶板。

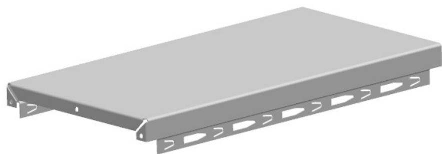


图 11-26 机箱顶板



光盘\视频教学\第11章\机箱顶板.avi



操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“快速访问”工具条→“新建”图标，打开“新建”对话框。在模板列表中选择“NX 钣金”，输入名称“top_cover”，单击“确定”按钮，进入 NX 钣金环境。

2．钣金参数预设置

（1）选择“菜单”→“首选项”→“钣金”命令，打开如图 11-27 所示的“钣金首选项”对话框。

（2）设置“材料厚度”为“1”，“折弯半径”为“2”，其他采用默认设置，单击“确定”按钮，完成 NX 钣金预设置。

3．创建突出块特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“突出块”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“基本”组→“突出块”图标，打开如图 11-28 所示的“突出块”对话框。


图 11-27 “钣金首选项”对话框


图 11-28 “突出块”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“基本”，单击“绘制截面”按钮，打开如图 11-29 所示的“创建草图”对话框。设置“XC-YC 平面”为参考平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制图 11-30 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。


图 11-29 “创建草图”对话框

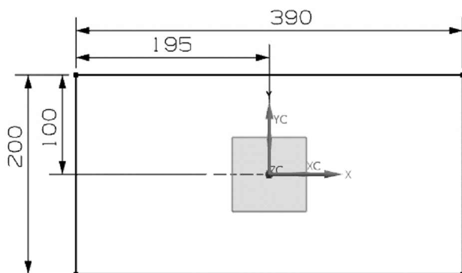


图 11-30 绘制的草图

（3）在“厚度”文本框中输入“1”，单击“确定”按钮，创建突出块特征，如图 11-31 所示。

4．创建弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开图 11-32 所示的“弯边”对话框。

（2）在如图 11-32 所示的对话框中，设置“宽度选项”为“完整”，“长度”为“23”，“角度”为“90”，参考长度为“外部”，“内嵌”为“折弯外侧”，在“折弯止裂口”下拉列表框中选择“无”。

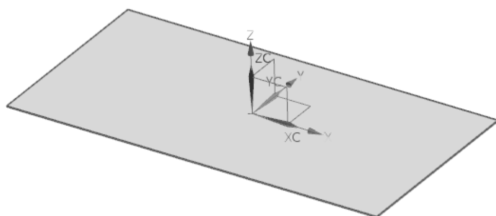


图 11-31 创建突出块特征



图 11-32 “弯边”对话框

（3）选择如图 11-33 所示的弯边。单击“确定”按钮，创建弯边特征 1，如图 11-34 所示。

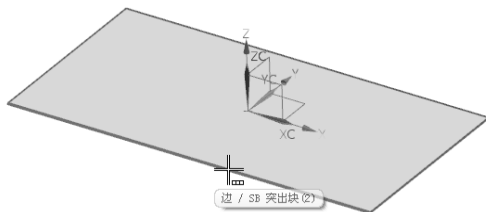


图 11-33 选择弯边

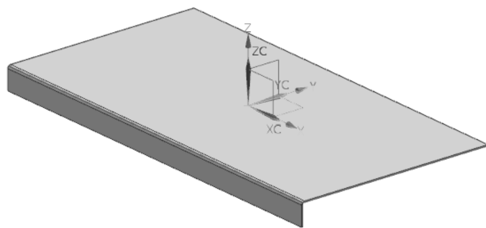


图 11-34 创建弯边特征 1

5．创建轮廓弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“轮廓弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“轮廓弯边”图标，打开如图 11-35 所示的“轮廓弯边”对话框。

（2）在如图 11-35 所示的对话框中，设置“类型”为“基本”，单击“绘制截面”按钮，打开如图 11-36 所示的“创建草图”对话框。

（3）选择草图绘制路径，如图 11-37 所示。在“弧长百分比”文本框中输入“50”，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。

（4）绘制如图 11-38 所示的草图，依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕，返回如图 11-35 所示的对话框。

（5）在对话框中，设置“宽度选项”为“对称”，“宽度”为“360”。单击“确定”按钮，创建轮廓弯边特征，如图 11-39 所示。





图 11-35 “轮廓弯边”对话框栏



图 11-36 “创建草图”对话框

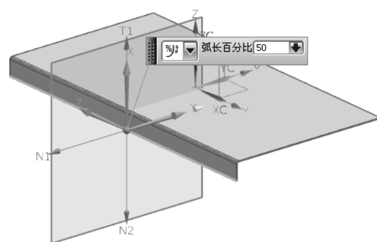


图 11-37 选择草图绘制路径

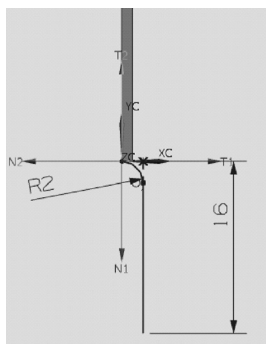


图 11-38 绘制草图

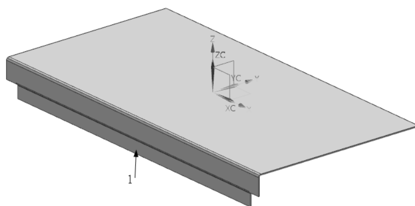


图 11-39 创建轮廓弯边特征

6．草图绘制

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）在视图区选择如图 11-39 所示的平面 1 作为草图工作平面，绘制如图 11-40 所示的草图。

（3）在如图 11-40 所示的草图中，选择所有已经标注的尺寸并单击鼠标右键，打开图 11-41 所示的快捷菜单。

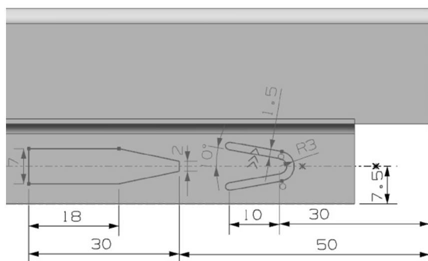


图 11-40 绘制草图



图 11-41 快捷菜单

（4）在如图 11-41 所示的快捷菜单中，单击“✕ 删除”命令，删除所有选中的尺寸标注，如图 11-42 所示。

（5）选择“菜单”→“插入”→“草图曲线”→“阵列曲线”命令，打开如图 11-43 所示的“阵列曲线”对话框。

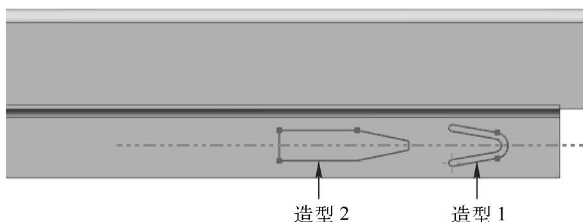


图 11-42　删除尺寸标注后的草图



图 11-43　“阵列曲线”对话框

（6）在视图区选择如图 11-40 所示绘制的造型孔 1 为阵列对象，选择中心线为阵列方向 1。选择“线性”布局，输入数量“6”，节距为“65”，单击“应用”按钮，完成造型 1 的阵列。

（7）重复步骤（5）和（6），选择造型孔 2 为阵列对象，输入数量“5”，节距为“65”，单击“确定”按钮，完成造型的阵列，如图 11-44 所示。

7．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“剪切”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-45 所示的“法向除料”对话框。

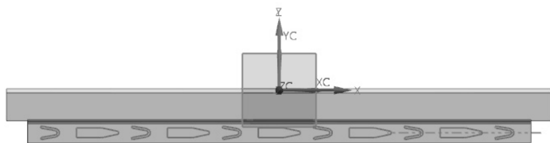


图 11-44　阵列造型后的草图



图 11-45　“法向除料”对话框

（2）在视图区选择如图 11-44 所示绘制的草图为截面。

（3）设置“切割方法”为“厚度”，“限制”为“贯通”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 1，如图 11-46 所示。

8．创建弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项

卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开“弯边”对话框。

（2）设置“宽度选项”为“在中心”，“宽度”为“194”，“长度”为“14”，“角度”为“90”，参考长度为“内部”，“内嵌”为“材料内侧”，在“折弯止裂口”下拉列表框中选择“⊘无”，参数设置完毕的“弯边”对话框如图 11-47 所示。

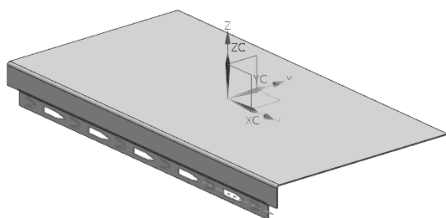


图 11-46　创建法向除料特征 1



图 11-47 “弯边”对话框

（3）选择折弯边，如图 11-48 所示。单击“确定”按钮，创建弯边特征 2，如图 11-49 所示。

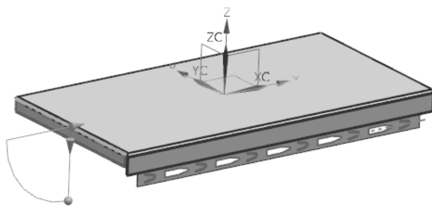


图 11-48　选择折弯边

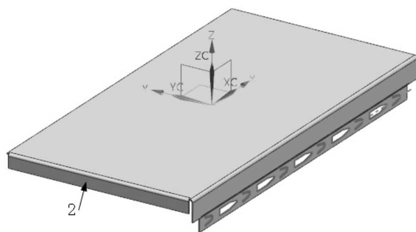


图 11-49　创建弯边特征 2

9．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“剪切”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-50 所示的“法向除料”对话框。

（2）在视图区选择如图 11-49 所示的面 2 为草图绘制面，进入草图绘制环境，绘制如图 11-51 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

（3）设置“切割方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 2，如图 11-52 所示。



图 11-50 “法向除料”对话框

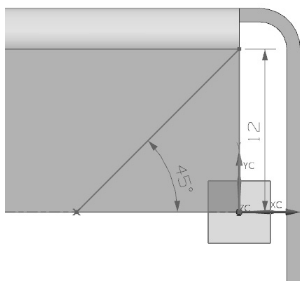


图 11-51 绘制草图

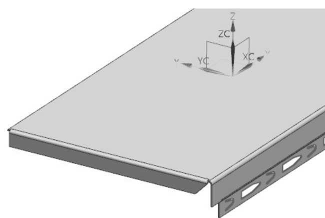


图 11-52 创建法向除料特征 2

10．创建弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开如图 11-53 所示的“弯边”对话框。

（2）设置“宽度选项”为“□完整”，“长度”为“14”，“角度”为“90”，参考长度为“内部”，“内嵌”为“材料外侧”，在“折弯止裂口”下拉列表框中选择“⊘无”。

（3）选择折弯边，如图 11-54 所示。单击“确定”按钮，创建弯边特征 3，如图 11-55 所示。

11．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“剪切”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开“法向除料”对话框。

（2）在视图区选择草图工作平面，如图 11-55 所示，进入草图绘制环境，绘制如图 11-56 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。



图 11-53 “弯边”对话框

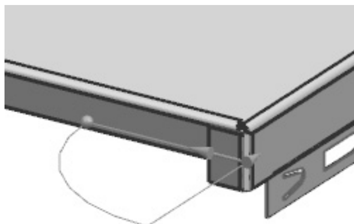


图 11-54 选择折弯边

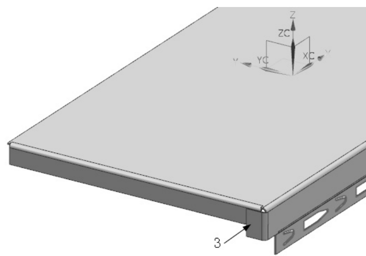


图 11-55 创建弯边特征 3

（3）设置“切割方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 3，如图 11-57 所示。

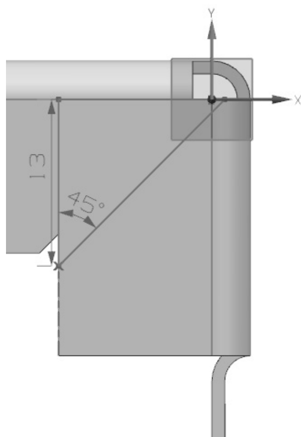
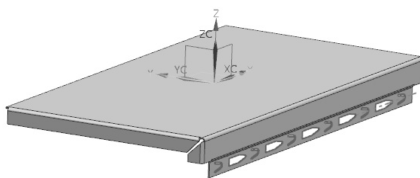


图 11-56 绘制草图


图 11-57 创建法向除料特征 3

12．镜像特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“镜像特征”命令，打开“镜像特征”对话框，如图 11-58 所示。

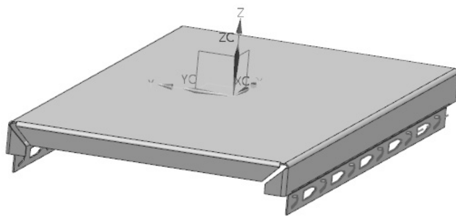
（2）在模型中选择步骤 4，5，7，8，9 创建的特征为要镜像的特征。

（3）在“平面”下拉列表框中选择“新平面”选项，在“指定平面”下拉列表中选择“ZC-XC 平面”，单击“确定”按钮，创建镜像特征。

（4）重复步骤 10 和 11，在另一侧创建弯边和除料特征，如图 11-59 所示。



图 11-58 “镜像特征”对话框


图 11-59 创建镜像特征后的钣金件

13．创建孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“孔”图标，打开图 11-60 所示的“孔”对话框。

（2）在“直径”和“深度”文本框中都输入“5”。

（3）在视图区选择如图 11-61 所示的面 4 为孔放置面，进入草图绘制环境，绘制如

图 11-62 所示的草图。单击“完成”按钮，草图绘制完毕。



图 11-60 “孔”对话框

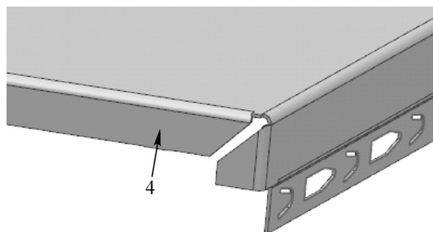


图 11-61 选择放置面

（4）单击“确定”按钮，创建孔特征后的钣金件如图 11-63 所示。

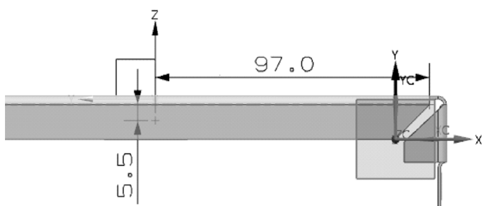


图 11-62 定位尺寸

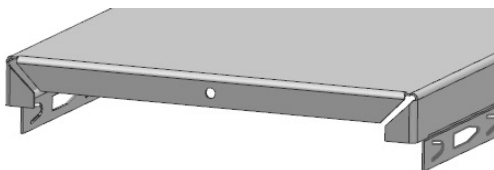


图 11-63 创建孔特征后的钣金件

14．创建孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“孔”图标，打开“孔”对话框。

（2）在“直径”和“深度”文本框中都输入“5”。

（3）在视图区选择如图 11-64 所示的面 5 为孔放置面。进入草图绘制环境，绘制图 11-65 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

（4）单击“确定”按钮，创建孔特征 2 后的钣金件，如图 11-66 所示。

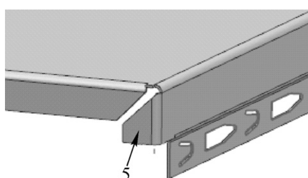


图 11-64 选择放置面

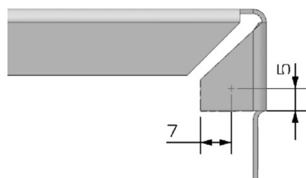


图 11-65 定位尺寸

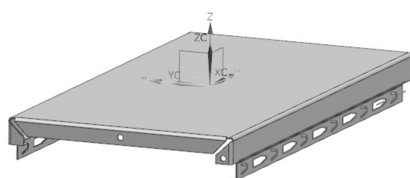


图 11-66 创建孔特征 2

15．镜像孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“镜像特征”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“关联复制”库→“镜像特征”图标，打开如图 11-67 所示的“镜像特征”对话框。

（2）选择上一步所创建的孔特征为镜像特征。

（3）在“平面”下拉列表框中选择“新平面”选项，在“指定平面”下拉列表中选择“ZC-XC平面”。

（4）单击“确定”按钮，创建镜像孔特征后的钣金件如图 11-68 所示。



图 11-67 “镜像特征”对话框

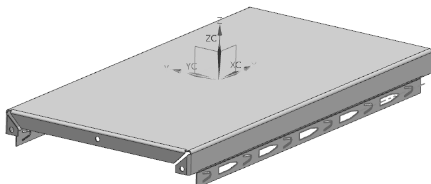


图 11-68 钣金件

11.3 钣金高级特征

在上一节讲述 NX 钣金的基础上，本节将继续讲述 NX 钣金的一些高级特征，包括冲压除料、凹坑、封闭拐角、转换为钣金件、平板实体等特征。

11.3.1 冲压除料

冲压除料是指用一组连续的曲线作为裁剪的轮廓线，沿着钣金零件体表面的法向进行裁剪，同时在轮廓线上建立弯边的过程。

选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“冲压除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“凸模”组→“冲压除料”图标，打开如图 11-69 所示的“冲压除料”对话框。

“冲压除料”对话框中部分选项的功能如下。

（1）深度：指钣金零件放置面到弯边底部的距离。

（2）侧角：指弯边在钣金零件放置面法向倾斜的角度。

（3）侧壁：示意图如图 11-70 所示。

- 材料内侧：指冲压除料特征所生成的弯边位于轮廓线内部。
- 材料外侧：指冲压除料特征所生成的弯边位于轮廓线外部。

（4）凹模半径：指钣金零件放置面转向折弯部分内侧圆柱面的半径大小。

（5）拐角半径：指折弯部分内侧圆柱面的半径大小。



图 11-69 “冲压除料”对话框

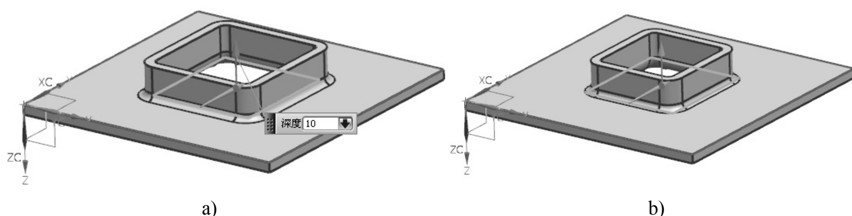


图 11-70 侧壁示意图

a) 材料内侧 b) 材料外侧

11.3.2 筋

“筋”命令用于在钣金零件表面的引导线上添加加强筋。

选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“加强筋”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“凸模”组→“筋”图标，打开如图 11-71 所示的“筋”对话框。

“筋”对话框中部分选项的功能如下。

横截面：包括圆形、U 形和 V 形三种类型，示意图如图 11-74 所示。

（1）圆形：创建的“圆形筋”的示意图如图 11-71 所示。

- 深度：是指圆的筋的底面和圆弧顶部之间的高度差值。
- 半径：是指圆的筋的截面圆弧半径。
- 凹模半径：是指圆的筋的侧面或端盖与底面倒角半径。

（2）U 形：选择 U 形筋，系统显示如图 11-72 所示的参数。

- 深度：是指 U 形筋的底面和顶面之间的高度差值。
- 宽度：是指 U 形筋顶面的宽度。
- 角度：是指 U 形筋的底面法向和侧面或者端盖之间的夹角。
- 凹模半径：是指 U 形筋的顶面和侧面或者端盖倒角半径。

● 凸模半径：是指 U 形筋的底面和侧面或者端盖倒角半径。

（3）V 形：选择 V 形筋，系统显示如图 11-73 所示的参数。



图 11-71 “筋”对话框

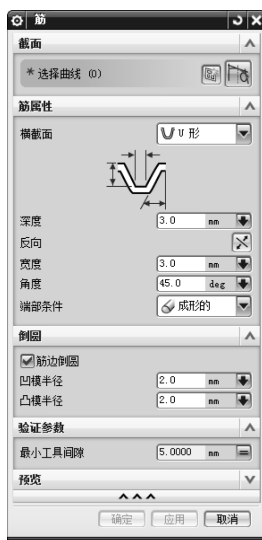


图 11-72 U 形筋参数

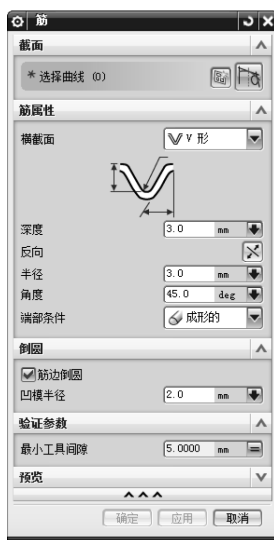
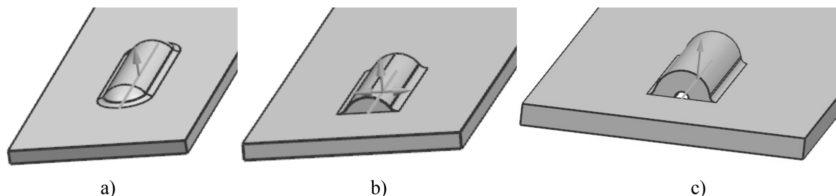


图 11-73 V 形筋参数

● 深度：是指 V 形筋的底面和顶面之间的高度差值。
● 角度：是指 V 形筋的底面法向和侧面或者端盖之间的夹角。
● 半径：是指 V 形筋的两个侧面或者两个端盖之间的倒角半径。
● 凹模半径：是指 V 形筋的底面和侧面或者端盖倒角半径。



a) b) c)

图 11-74 “筋”示意图

a) 圆形筋 b) U 形筋 c) V 形筋

11.3.3 百叶窗

“百叶窗”命令用于在钣金零件平面上创建通风窗的功能。

选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“百叶窗”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“凸模”组→“百叶窗”图标，打开如图 11-75 所示的“百叶窗”对话框。

“百叶窗”对话框中部分选项的功能如下。

1．切割线

（1）选择截面：用来指定使用已有的单一直线作为百叶窗特征的轮廓线来创建百叶窗特征。

（2）绘制截面：选择零件平面作为参考平面绘制直线草图作为百叶窗特征的轮廓线来创建切开端百叶窗特征。



图 11-75 “百叶窗”对话框

2．百叶窗属性

（1）深度：百叶窗特征最外侧点距钣金零件表面（百叶窗特征一侧）的距离。

（2）宽度：百叶窗特征在钣金零件表面投影轮廓的宽度。

（3）百叶窗形状：有成形的百叶窗和冲裁的百叶窗两种类型供选择。

3．倒圆

勾选“百叶窗边倒圆”复选框，此时冲模半径输入框有效，可以根据需求设置冲模半径。

11.3.4 倒角

倒角就是对钣金件进行圆角或者倒角处理。

选择“菜单”→“插入”→“拐角”→“倒角”命令，或者依次单击“主页”→“拐角”组→“倒角”图标，打开如图 11-76 所示的“倒角”对话框。



图 11-76 “倒角”对话框

“倒角”对话框中部分选项的功能如下。

（1）方法：有“圆角”和“倒斜角”两种。

（2）半径/距离：指倒圆的外半径或者倒角的偏置尺寸。

11.3.5 撕边

撕边是指在钣金实体上，沿着草绘直线或者钣金零件体已有边缘创建开口或缝隙。

选择“菜单”→“插入”→“转换”→“撕边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→

“基本”组→“转换”组→“撕边”图标，打开如图 11-77 所示的“撕边”对话框。

“撕边”对话框中部分选项的功能如下。

（1）选择边：指定使用已有的边缘来创建撕边特征。

（2）选择截面：可以在钣金零件放置面上绘制边缘草图来创建撕边特征。



图 11-77 “撕边”对话框

11.3.6 转换为钣金件

转换到钣金件是指把非钣金件转换为钣金件，但钣金件必须是等厚度的。

选择“菜单”→“插入”→“转换”→“转换为钣金”命令，或者依次单击“NX 钣金”工具栏中的“转换为钣金”图标，打开如图 11-78 所示的“转换为钣金”对话框。

“转换为钣金”对话框中部分选项的功能如下。

（1）基本面：指定选择钣金零件平面作为固定位置来创建转换为钣金件特征。

（2）选择边：用于创建边缘裂口所要选择的边缘。

（3）选择截面：用来指定已有的边缘来创建“转换到钣金件”特征。



图 11-78 “转换为钣金”对话框

（4）绘制截面：选择零件平面作为参考平面绘制直线草图作为转换为钣金件特征的边缘来创建转换为钣金件特征。

11.3.7 封闭拐角

封闭拐角是指在钣金件基础面和与其相邻的两个具有相同参数的弯曲面，在基础面同侧所形成的拐角处，创建一定形状的拐角。

选择“菜单”→“插入”→“拐角”→“封闭拐角”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“拐角”组→“封闭拐角”图标，打开如图 11-79 所示的“封闭拐角”对话框。



图 11-79 “封闭拐角”对话框

“封闭拐角”对话框中部分选项的功能如下。

（1）处理：包括“开放的”“封闭的”“圆形除料”“U 形除料”“V 形除料”和“矩形除料”六种类型，示意图如图 11-80 所示。

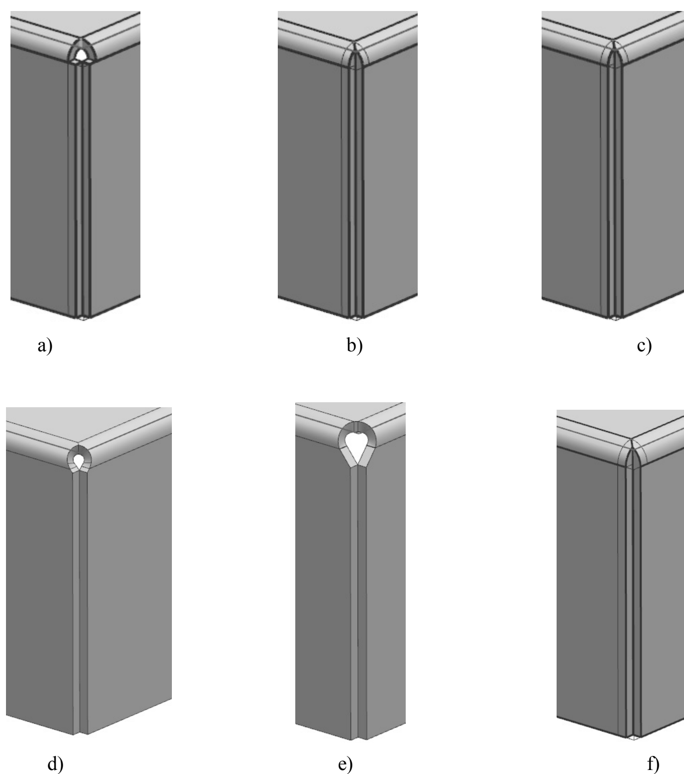


图 11-80 封闭拐角类型示意图

a) 开放的 b) 封闭的 c) 圆形除料 d) U 形除料 e) V 形除料 f) 矩形除料

（2）重叠：有“封闭的”和“重叠的”两种方式，示意图如图 11-81 所示。

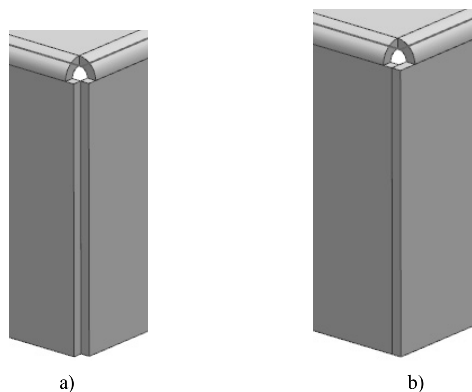


图 11-81 重叠示意图

a) 封闭的 b) 重叠的

● 封闭的：指对应弯边的内侧边重合。
● 重叠的：指一条弯边叠加在另一条弯边的上面。

（3）缝隙：指两弯边封闭或者重叠时铰链之间的最小距离。

11.3.8 展平实体

采用“展平实体”命令可以在同一钣金零件文件中创建平面展开图，平板实体特征版本与成形特征版本相关联。当采用“展平实体”命令展开钣金零件时，将平板实体特征作为“引用集”在“部件导航器”中显示。如果钣金零件包含变形特征，这些特征将保持原有的状态。如果钣金模型更改，平面展开图处理也自动更新并包含了新的特征。

选择“菜单”→“插入”→“展平图样”→“展平实体”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“展平图样”组→“展平实体”图标，打开如图 11-82 所示的“展平实体”对话框。



图 11-82 “展平实体”对话框

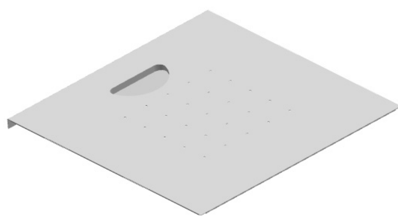
“展平实体”对话框中部分选项的功能如下。

（1）固定面：可以选择钣金零件的平面表面作为平板实体的参考面，在选定参考面后，系统将以该平面为基准将钣金零件展开。

（2）方位：可以选择钣金零件边作为平板实体的参考轴（*X* 轴）方向及原点，并在视图区中显示参考轴方向，在选定参考轴后，系统将该参考轴和前面选择的参考面为基准将钣金零件展开，创建钣金实体。

11.4 综合实例——机箱左右板

本例绘制计算机机箱左右板，如图 11-83 所示。首先利用突出块命令创建基体，然后在其上面创建弯边和轮廓弯边，再利用法向除料和弯边做造型，最后创建凹坑和散热孔。


图 11-83 计算机机箱左右板


参见光盘

光盘\视频教学\第11章\机箱左右板.avi


操作步骤

1．创建新文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“快速访问”工具条→“新建”图标，打开“新建”对话框。在模板列表中选择“NX 钣金”，输入名称“side_cover”，单击“确定”按钮，进入 NX 钣金环境。

2．钣金参数预设置

（1）选择“菜单”→“首选项”→“钣金”命令，打开图 11-84 所示的“钣金首选项”对话框。

（2）设置“材料厚度”为“1”，“折弯半径”为“1”，其他采用默认设置。单击“确定”按钮，完成 NX 钣金预设置。

3．创建突出块特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“突出块”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“基本”组→“突出块”图标，打开图 11-85 所示的“突出块”对话框。



图 11-84 “钣金首选项”对话框



图 11-85 “突出块”对话框

（2）在“类型”下拉列表框中选择“基本”，单击“绘制截面”按钮，打开如图 11-86 所示的“创建草图”对话框。设置“XC-YC 平面”为参考平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-87 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。



图 11-86 “创建草图”对话框



图 11-87 绘制的草图

（3）在“厚度”文本框中输入“1”，单击“确定”按钮，创建突出块特征，如图 11-88 所示。

4．创建弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开如图 11-89 所示的“弯边”对话框。

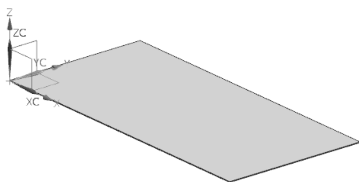


图 11-88　创建突出块特征



图 11-89　“弯边”对话框

（2）在如图 11-89 所示的对话框中，设置“宽度选项”为“完整”，“长度”为“16”，“角度”为“90”，“参考长度”为“外部”，“内嵌”为“折弯外侧”，在“折弯止裂口”下拉列表框中选择“无”。

（3）选择如图 11-90 所示的弯边，单击“确定”按钮，创建弯边特征 1，如图 11-91 所示。

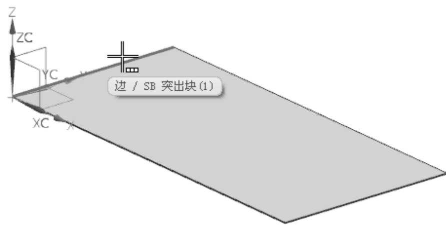


图 11-90　选择弯边

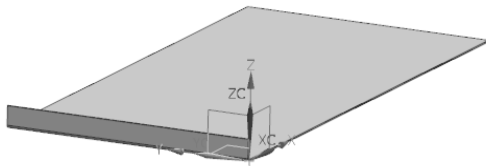


图 11-91　创建弯边特征 1

5．创建轮廓弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“轮廓弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“轮廓弯边”图标，打开如图 11-92 所示的“轮廓弯边”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“基本”类型，单击“绘制截面”按钮，打开如图 11-93 所示的“创建草图”对话框。



图 11-92 “轮廓弯边”对话框



图 11-93 “创建草图”对话框

（3）选择草图绘制路径，如图 11-94 所示。在“弧长百分比”文本框中输入“50”，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。

（4）绘制如图 11-95 所示的草图，依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕，返回如图 11-93 所示的对话框。

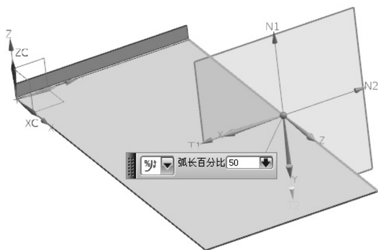


图 11-94 选择草图绘制路径

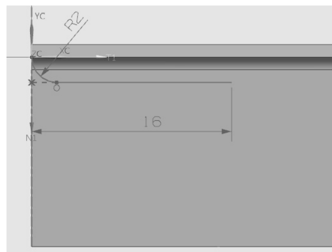


图 11-95 绘制草图

（5）设置“宽度选项”为“对称”，“宽度”为“379”，单击“确定”按钮，创建轮廓弯边特征，如图 11-96 所示。

6．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择草图工作平面，如图 11-96 所示，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-97 所示的草图。

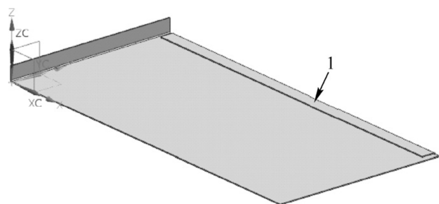


图 11-96 创建轮廓弯边特征

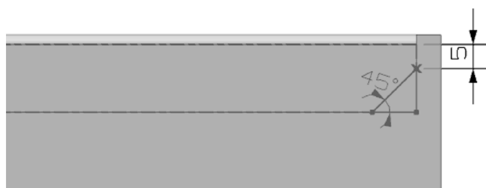


图 11-97 绘制草图

7．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“切削”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-98 所示的“法向除料”对话框。

（2）在视图区选择如图 11-97 所示的草图为截面。

（3）设置“切削方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 1，如图 11-99 所示。



图 11-98 “法向除料”对话框

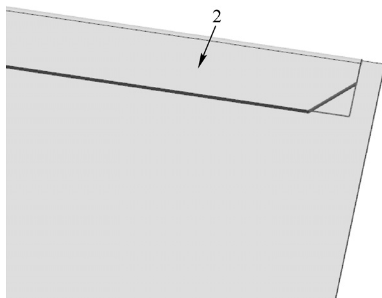


图 11-99 创建法向除料特征 1

8．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择如图 11-99 所示的面 2 为草图工作平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-100 所示的草图。

（3）选择“菜单”→“插入”→“草图曲线”→“阵列曲线”命令，打开如图 11-101 所示的“阵列曲线”对话框。

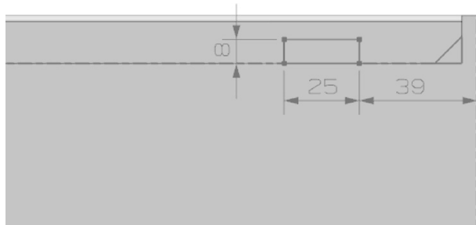


图 11-100 绘制草图



图 11-101 “阵列曲线”对话框

（4）选择如图 11-100 所示的矩形为阵列对象，选择-*XC* 轴为阵列方向 1。选择“线性”布局，输入数量“5”，“节距”为“65”，单击“确定”按钮，完成矩形的阵列，如图 11-102 所示。

9．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“切削”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-103 所示的“法向除料”对话框。

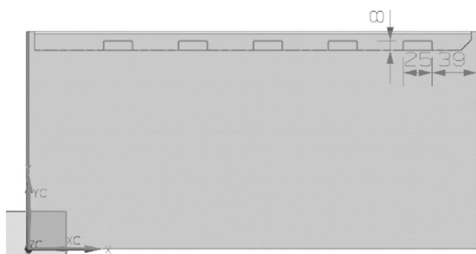


图 11-102　阵列矩形



图 11-103 “法向除料”对话框

（2）在视图区选择如图 11-102 所示的草图为截面。

（3）设置“切削方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 2，如图 11-104 所示。

10．创建弯边特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“弯边”图标，打开如图 11-105 所示的“弯边”对话框。

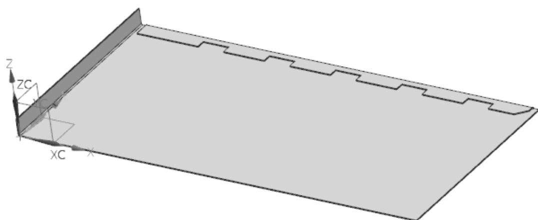


图 11-104　创建法向除料特征 2



图 11-105 “弯边”对话框

（2）选择如图 11-106 所示的弯边。设置“宽度选项”为“从端点”，选取如图 11-106 所示的端点为指定点，“从端点”为“7”，“宽度”为“18”。

（3）设置长度为“7”，“角度”为“90”，“参考长度”为“内部”，“内嵌”为“折弯外侧”，在“折弯止裂口”下拉列表框中选择“无”。

（4）单击“应用”按钮，创建弯边特征 2，如图 11-107 所示。

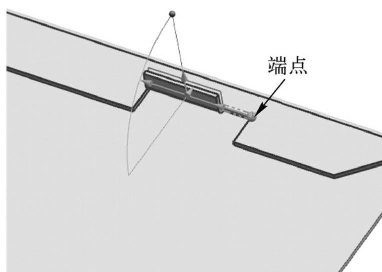


图 11-106　选择弯边和端点

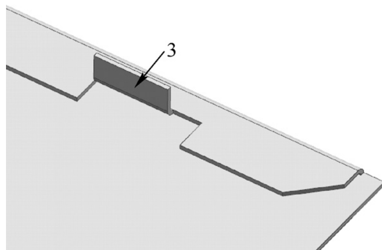


图 11-107　创建弯边特征 2

（5）重复上述步骤，在其他除料特征边线上创建相同参数的弯边特征，如图 11-108 所示。

11．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择草图工作平面，如图 11-108 所示，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制图 11-109 所示的草图。

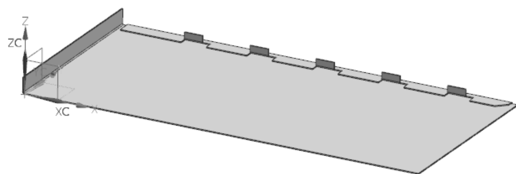


图 11-108　创建弯边特征

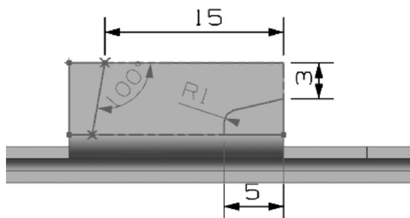


图 11-109　绘制草图

12．创建拉伸特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“拉伸”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开如图 11-110 所示的“拉伸”对话框。

（2）选择上步绘制的草图为拉伸曲线。

（3）在“指定矢量”下拉列表中选择“YC 轴”为拉伸方向。

（4）将开始距离和结束距离分别设置为“0”和“5”，在“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项，单击“确定”按钮，结果如图 11-111 所示。

13．阵列拉伸特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制→“阵列特征”命令，打开如图 11-112 所示的“阵列特征”对话框。



图 11-110 “拉伸”对话框

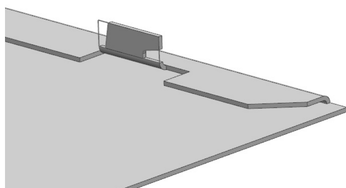


图 11-111 创建拉伸特征



图 11-112 “阵列特征”对话框

（2）选择上步绘制的拉伸特征为阵列对象，选择-*XC* 轴为阵列方向 1。选择“线性”布局，输入数量“5”，节距“65”。

（3）在对话框中单击“确定”按钮，完成阵列特征的创建，如图 11-113 所示。

14．创建镜像体特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制”→“镜像体”命令，打开如图 11-114 所示的“镜像体”对话框。

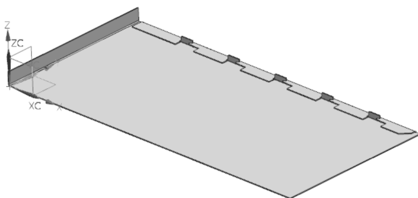


图 11-113 创建阵列特征



图 11-114 “镜像体”对话框

（2）在视图区选择体，如图 11-115 所示。

（3）在视图区选择 *ZC-XC* 平面镜像平面，如图 11-115 所示。单击“确定”按钮，镜像体如图 11-116 所示。

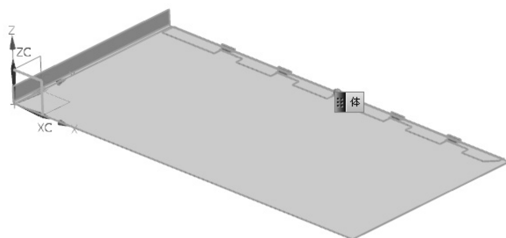


图 11-115　选择体

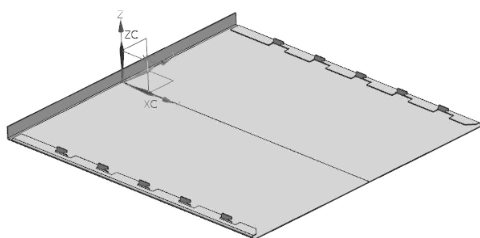


图 11-116　镜像体

15．创建求和特征

（1）依次单击“应用模块”选项卡→“设计”组→“建模”图标，进入建模环境。

（2）选择“菜单”→“插入”→“组合”→“求和”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“组合”库→“求和”图标，打开如图 11-117 所示的“求和”对话框。

（3）在视图区选择目标体和刀具体，如图 11-118 所示。



图 11-117 “求和”对话框

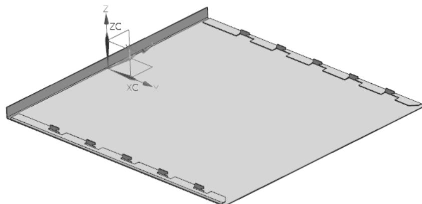


图 11-118　选择目标体

（4）单击“确定”按钮，合并实体。

16．创建轮廓弯边特征

（1）依次单击“应用模块”选项卡→“设计”组→“钣金”图标，进入钣金环境。

（2）选择“菜单”→“插入”→“折弯”→“轮廓弯边”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“折弯”组→“轮廓弯边”图标，打开如图 11-119 所示的“轮廓弯边”对话框。

（3）设置“类型”为“基本”，单击“绘制截面”按钮，打开如图 11-120 所示的“创建草图”对话框。

（4）选择草图绘制路径，如图 11-121 所示。在“弧长百分比”文本框中输入“50”，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。

（5）绘制如图 11-122 所示的草图，依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕，返回如图 11-120 所示对话框。

（6）设置“宽度选项”为“对称”，“宽度”为“355”，单击“确定”按钮，创建轮廓弯边特征 2，如图 11-123 所示。



图 11-119 “轮廓弯边”对话框



图 11-120 “创建草图”对话框

17．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

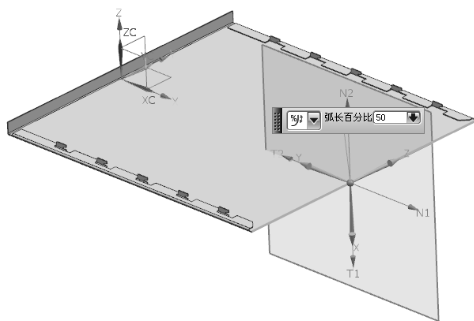


图 11-121 选择草图绘制路径

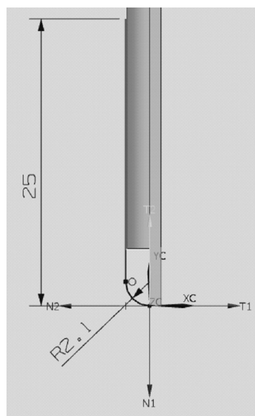


图 11-122 绘制草图

（2）选择如图 11-123 所示的平面 4 为草图工作平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-124 所示的草图。

18．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“切削”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开如图 11-125 所示的“法向除料”对话框。

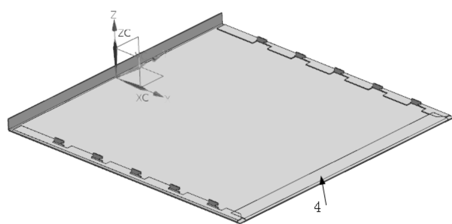


图 11-123　创建轮廓弯边特征 2

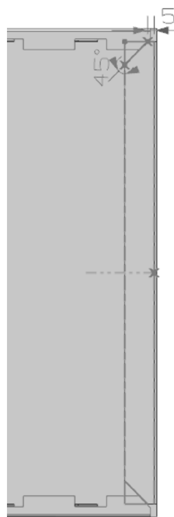


图 11-124　绘制草图



图 11-125 “法向除料”对话框

（2）设置“切削方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”。

（3）在视图区选择如图 11-126 所示的草图为截面。

（4）单击“确定”按钮，创建法向除料特征 3，如图 11-126 所示。

19．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择如图 11-123 所示的面 4 为草图工作平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-127 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

20．创建百叶窗特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“百叶窗”，或者依次单击“主页”选项卡→“凸模”组→“百叶窗”图标，打开如图 11-128 所示的“百叶窗”对话框。

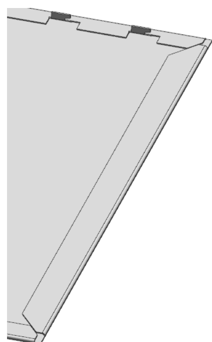


图 11-126　创建法向除料特征 3

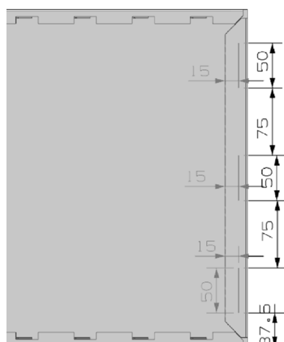


图 11-127　绘制草图



图 11-128 “百叶窗”对话框

（2）在视图区选择切割线。

（3）在“深度”和“宽度”文本框中分别输入“2”和“9”。设置“百叶窗形状”为“冲裁的”，勾选“百叶窗边倒圆”复选框，在“凹模半径”文本框中输入“2”。

（4）单击“应用”按钮，创建百叶窗特征，如图 11-129 所示。

（5）同理，创建分割线为其他直线的百叶窗，创建百叶窗后的钣金件如图 11-130 所示。

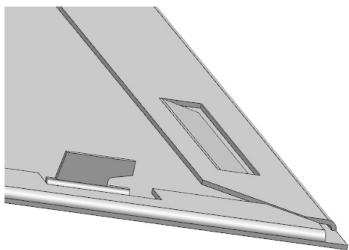


图 11-129 创建百叶窗特征

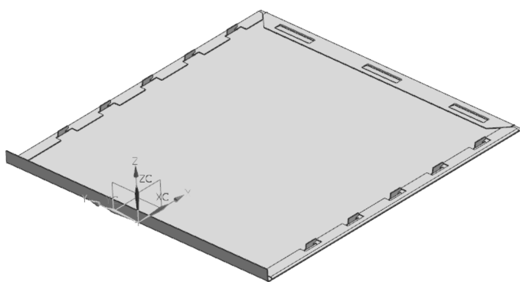


图 11-130 创建百叶窗后的钣金件

21．创建法向除料特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“切削”→“法向除料”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“法向除料”图标，打开“法向除料”对话框。

（2）单击“绘制截面”按钮，打开“创建草图”对话框。在视图区选择如图 11-123 所示的面 4 为草图工作平面，单击“确定”按钮，进入草图设计环境。

（3）绘制如图 11-131 所示的裁剪轮廓，依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

（4）设置“切削方法”为“厚度”，“限制”为“直至下一个”，单击“确定”按钮，创建法向除料特征 4，如图 11-132 所示。

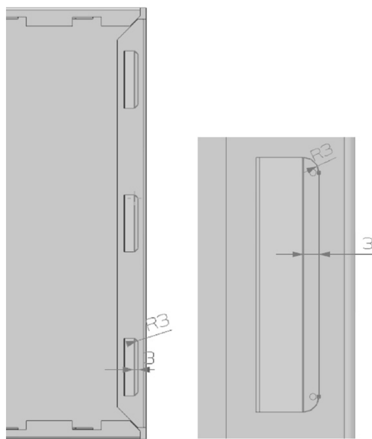


图 11-131 绘制草图

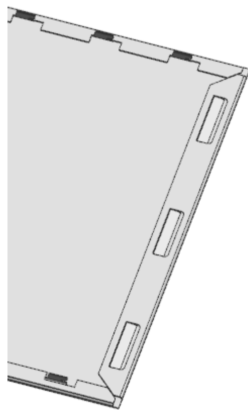


图 11-132 创建法向除料特征 4

22．创建孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项

卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“孔”图标，打开如图 11-133 所示的“孔”对话框。

（2）在“直径”和“深度”文本框中都输入“5”。

（3）在视图区选择如图 11-134 所示的面 5 为孔放置面，进入草图绘制环境，绘制如图 11-135 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。



图 11-133 “孔”对话框

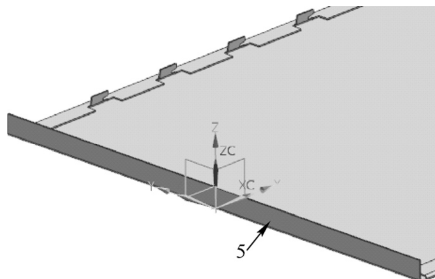


图 11-134 选择放置面

（4）单击“确定”按钮，创建孔特征 1 后的钣金件。

23．阵列孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制→“阵列特征”命令，打开如图 11-136 所示的“阵列特征”对话框。

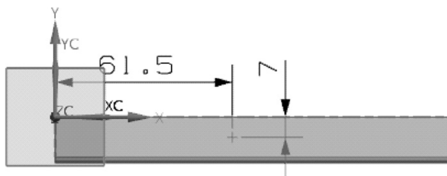


图 11-135 绘制草图



图 11-136 “阵列特征”对话框

（2）选择孔特征 1 为阵列对象，选择 *YC* 轴为阵列方向 1。选择“线性”布局，输入数量“3”，节距为“125”。

（3）单击“确定”按钮，阵列孔特征，如图 11-137 所示。

24．绘制草图

（1）选择“菜单”→“插入”→“草图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“直接草图”组→“草图”图标，打开“创建草图”对话框。

（2）选择如图 11-138 所示的草图工作平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境，绘制如图 11-139 所示的草图。

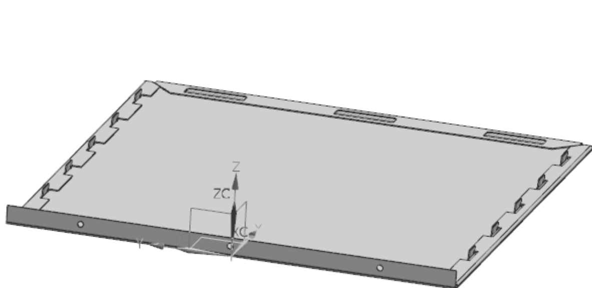


图 11-137　阵列特征

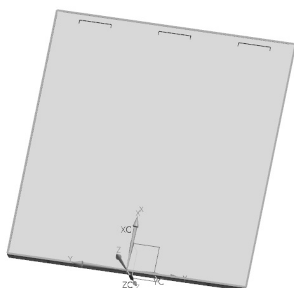


图 11-138　选择草图工作平面

25．创建拉伸体

（1）隐藏钣金件，选择“菜单”→“插入”→“设计特征→“拉伸”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“拉伸”图标，打开如图 11-140 所示的“拉伸”对话框。

（2）在视图区选择如图 11-139 所示的草图曲线为截面。

（3）在开始“距离”文本框中输入“−10”，结束“距离”文本框中输入“10”，单击“确定”按钮，创建拉伸特征，如图 11-141 所示。

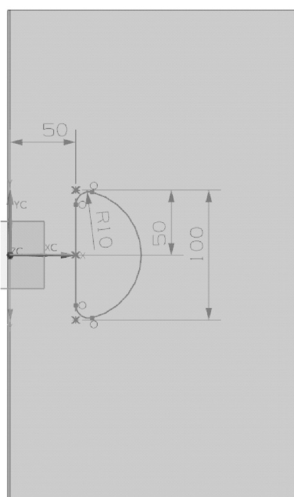


图 11-139　绘制草图



图 11-140　“拉伸”对话框

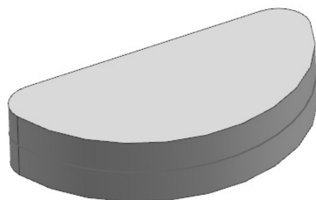


图 11-141　创建拉伸特征



（4）选择“菜单”→“插入”→“基准/点”→“基准平面”命令，打开图 11-142 所示的“基准平面”对话框。



图 11-142 “基准平面”对话框

（5）在如图 11-142 所示的对话框中的“类型”下拉列表框中选择“曲线和点”。

（6）在视图区选择曲线和点，如图 11-143 所示。单击“确定”按钮，创建基准平面，如图 11-144 所示。

26．创建修剪体

（1）选择“菜单”→“插入”→“修剪”→“修剪体”命令，打开如图 11-145 所示的“修剪体”对话框。

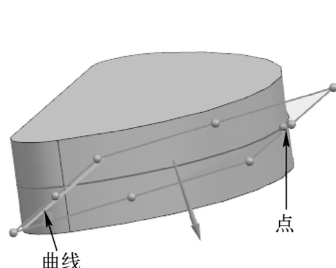


图 11-143 选择曲线和点

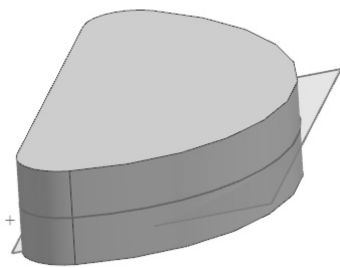


图 11-144 创建基准平面



图 11-145 “修剪体”对话框

（2）在视图区选择拉伸体为目标体，选择上步创建的基准平面为刀具，单击“确定”按钮，创建修剪体特征，如图 11-146 所示。

27．创建实体冲压特征

（1）显示钣金件，选择“菜单”→“插入”→“冲孔”→“实体冲压”命令，或依次单击“主页”选项卡→“凸模”组→“实体冲压”图标，打开如图 11-147 所示的“实体冲压”对话框。

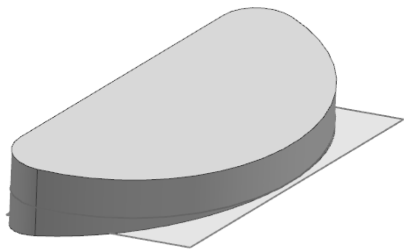


图 11-146 创建修剪体特征



图 11-147 “实体冲压”对话框

（2）设置“类型”为“冲模”，在视图区选择目标面，如图 11-148 所示。

（3）在视图区选择如图 11-149 所示的工具体，单击“确定”按钮，创建实体冲压特征，如图 11-150 所示。

28．创建孔特征

（1）选择“菜单”→“插入”→“设计特征”→“孔”命令，或依次单击“主页”选项卡→“特征”组→“更多”库→“设计特征”库→“孔”图标，打开如图 11-151 所示的“孔”对话框。

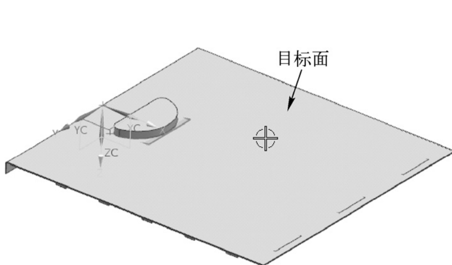


图 11-148 选择目标面

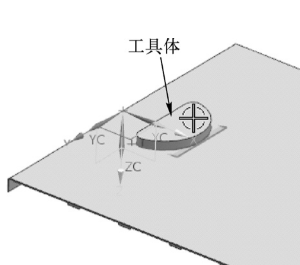


图 11-149 选择工具体

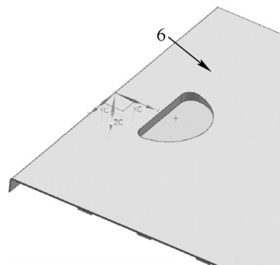


图 11-150 创建实体冲压特征

（2）在“直径”和“深度”文本框中都输入“3”。

（3）在视图区选择如图 11-150 所示的面 6 为孔放置面，进入草图绘制环境，绘制如图 11-152 所示的草图。依次单击“主页”选项卡→“草图”组→“完成”图标，草图绘制完毕。

（4）单击“确定”按钮，创建孔特征 2 后的钣金件。

29．阵列钣金孔

（1）选择“菜单”→“插入”→“关联复制→“阵列特征”命令，打开“阵列特征”对话框。

（2）选择上步绘制的孔特征为阵列对象，选择“线性”布局。



图 11-151 “孔”对话框

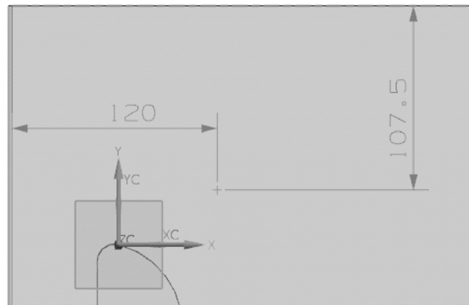


图 11-152 绘制草图

（3）选择 *XC* 轴为方向 1，输入数量“5”，节距为“40”。

（4）勾选“使用方向 2”复选框。选择 *YC* 轴为方向 2，输入数量“5”，节距为“40”。

（5）在对话框中单击“确定”按钮，阵列钣金孔，如图 11-153 所示。

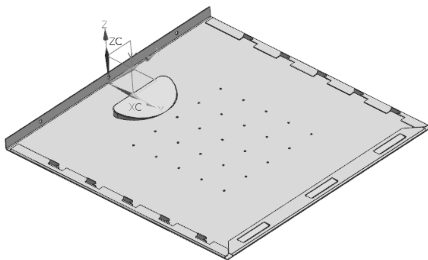


图 11-153 阵列钣金孔

第 12 章

工 程 图

UG NX 9.0 的工程图满足了用户二维出图的需求，尤其是对传统的二维设计用户来说，很多工作都还需要二维工程图。利用 UG 建模功能创建的零件和装配模型，可以被引用到 UG 制图功能中快速生成二维工程图，UG 制图功能模块建立的工程图是由投影三维实体模型得到的，因此，二维工程图与三维实体模型完全关联。模型的任何修改都会引起工程图的相应变化。本章中简要介绍了 UG 制图的常用功能。

12.1　工程图概述

本节主要介绍如何进入工程制图界面，并对工程图中常见的工具栏进行简单介绍。

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，在“新建”对话框中选择“图纸”选项卡，选择适当模板，单击“确定”按钮，即可启动 UG 工程制图模块，进入工程制图界面（如图 12-1 所示）。

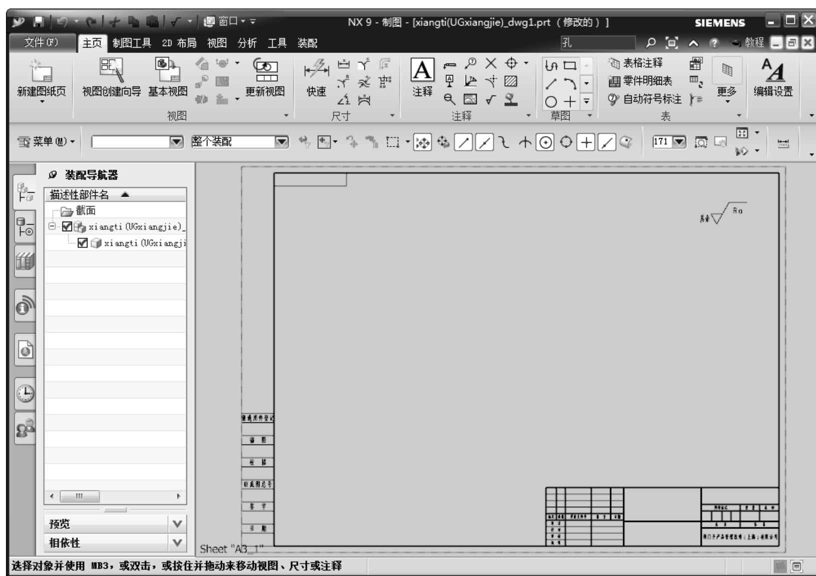


图 12-1　工程制图界面

UG 工程绘图模块提供了自动视图布置、剖视图、各向视图、局部放大图、局部剖视图、自动、手工尺寸标注、形位公差、表面粗糙度符号标注、支持 GB、标准汉字输入、视图手工编辑、装配图剖视、爆炸图、明细表自动生成等功能。

各操作具体说明如下。

（1）功能区操作（如图 12-2～图 12-4 所示）。



图 12-2　“主页”选项卡



图 12-3　“制图工具”选项卡



图 12-4 “视图”选项卡

（2）图纸部件导航器操作（如图 12-5 和图 12-6 所示）。和建模环境一样，用户可以通过图纸部件导航器来操作图纸。每一幅图纸都会有相应的父子关系和细节窗口。在图纸部件导航器上同样有很强大的快捷菜单命令功能（单击鼠标右键即可实现）。对于不同层次，单击鼠标右键后打开的快捷菜单是不一样的。



图 12-5 图纸部件导航器



图 12-6 导航器快捷菜单

12.2 工程图参数预设置

在添加视图时，应预先设置工程图的有关参数。设置符合国标的工程图尺寸，控制工程图的风格，以下对一些常用的工程图参数设置进行简单介绍，关于其他参数的设置用户可以参考帮助文件。

制图首选项的设置是对包括尺寸参数、文字参数、单位和视图参数等制图注释参数的预设置。选择“菜单”→“首选项”→“制图”命令，系统弹出如图 12-7 所示的“制图首选项”对话框。该对话框左侧为树形导览窗格，其中一级选项有 10 个单击某个选项，对话框中就会出现相应的参数设置界面。

下面介绍常用的几种参数的设置方法。

（1）尺寸：设置尺寸相关的参数的时候，根据标注尺寸的需要，用户可以利用对话框中上部的尺寸和直线/箭头工具条进行设置。在尺寸设置中主要有以下几个选项。

- 尺寸线：根据标注尺寸的需要，设置箭头之间是否有线，或者修剪尺寸线。
- 方向和位置：在下拉列表中可以选择 5 种文本放置方式，如图 12-8 所示。



图 12-7 “制图首选项”对话框

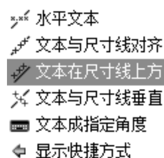


图 12-8 文本放置方式

- 公差文本：可以设置最高 6 位的精度和 12 种公差，图 12-9 显示了可以设置的 12 种类型的公差形式。
- 倒斜角方式：系统提供了 4 种倒斜角样式，可以设置分割线样式和间隔，也可以设置指引线的格式。

（2）公共：“直线/箭头”界面如图 12-10 所示。

- 箭头：该选项用于设置剖视图中的截面线箭头的参数，用户可以改变箭头的大小和箭头的长度及角度。
- 箭头线：该选项用于设置截面的延长线的参数。用户可以修改剖面延长线长度以及图形框之间的距离。

直线和箭头相关参数用于设置尺寸线箭头的类型和箭头的形状，还可以设置尺寸线、延长线和箭头的显示颜色、线形和线宽。在设置参数时，用户根据需要在对话框中选择箭头的类型，并且输入箭头的参数值。如果需要，还可以在下部的选项中改变尺寸线和箭头的颜色。

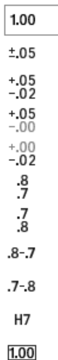


图 12-9 12 种公差形式

- 文字：用户可以设置 4 种“文字类型”——尺寸、附加的、公差和一般。设置文字参数时，先选择文字放置方式和文本对齐方式，再选择“文字类型”参数，最后在“文字大小”“间隙因子”“宽高比”和“行间距因子”等文本框中输入参数值，这时用户可在预览窗口中看到文字的显示效果。
- 符号：符号参数选项可以设置符号的颜色、线型和线宽等。

（3）注释：设置各种标注的颜色、线条和线宽。

- 剖面线/区域填充：用于设置各种填充线/剖面线样式和类型，并且可以设置角度和线型。在此界面中设置了区域内应该填充的图形、比例和角度等，如图 12-11 所示。

（4）表：用于设置二维工程图表格的格式、文字标注等。

- 零件明细表：用于指定生成明细表时，默认的符号、标号顺序、排列顺序和更新控制等。
- 单元格：用来控制表格中每个单元格的格式、内容和边界线设置等。

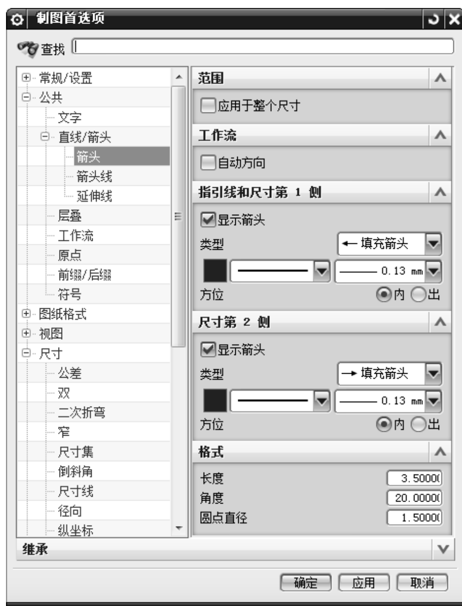


图 12-10 “直线/箭头”界面



图 12-11 “填充/剖面线”界面

12.3 图纸管理

在 UG 中，任何一个三维模型都可以通过不同的投影方法、不同的图样尺寸和不同的比例创建灵活多样的二维工程图。本节介绍了工程图纸的创建、打开、删除和编辑。

12.3.1 新建工程图

选择“菜单”→“插入”→“图纸页”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“新建”图标，打开如图 12-12 所示的“图纸页”对话框。

“图纸页”对话框中部分选项的功能如下。

（1）大小：该卷展栏主要用于设置图纸页的尺寸等。

- 使用模板：选择此单选按钮后，在该对话框中选择所需的模板即可。
- 标准尺寸：选择此单选按钮后，通过如图 12-12 所示的对话框设置标准图纸的大小和比例。
- 定制尺寸：选择此单选按钮后，通过此对话框可以自定义设置图纸的大小和比例。
- 大小：用于指定图纸的尺寸规格。
- 比例：用于设置工程图中各类视图的比例大小，系统默认的比例为 1∶1。



图 12-12 “图纸页”对话框

（2）图纸页名称：该文本框中用来设置新建工程图的名称。名称最多可包含 30 个字符，但不允许含有空格，系统自动将所有字符转换成大写方式。

（3）投影：该选项组用来设置视图的投影角度方式。系统提供的投影角度分为“第三角投影”和“第一角投影”两种。

12.3.2 编辑工程图

在进行视图添加及编辑过程中，有时需要临时添加剖视图、技术要求等，那么新建工程图过程中设置的工程图参数可能无法满足要求（例如比例不合适），这时需要对已有的工程图进行修改编辑。

选择“菜单”→“编辑”→“图纸页”命令，打开如图 12-12 所示的“图纸页”对话框。在对话框中修改已有工程图的名称、尺寸、比例和单位等参数。完成修改后，系统会按照新的设置对工程图进行更新。需要注意的是，在编辑工程图时，投影角度参数只能在没有产生投影视图的情况下进行修改，否则，需要删除所有的投影视图后执行投影视图的编辑。

12.4 视图管理

创建完工程图之后，下面就应该在图纸上绘制各种视图来表达三维模型。生成各种投影是工程图最核心的问题，UG 制图模块提供了各种视图的管理功能，包括添加各种视图、对齐视图和编辑视图等。

12.4.1 建立基本视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“基本视图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“基本视图”图标，打开如图 12-13 所示的“基本视图”对话框。

“基本视图”对话框中部分选项的功能如下。

（1）方法：指定视图对齐方法。

- 自动判断：通过当前视图位置自动判断最佳放置方法，并使用该方法对齐视图。
- 水平：将所选视图与另一视图水平对齐。
- 竖直：将所选视图与另一视图竖直对齐。
- 垂直于直线：将所选视图与指定的与另一视图相关的参考线垂直。使用指定矢量指定直线。
- 叠加：将所选视图与另一视图水平/竖直对齐，以便使视图相互叠加。

（2）要使用的模型视图：该下拉列表中包括俯视图、左视图、前视图、正等轴测图等 8 种基本视图的投影。

（3）比例：该选项用于指定添加视图的投影比例，共有 9 种方式，如果是表达式，用户可以指定视图比例和实体的一个表达式保持一致。

（4）定向视图工具：单击该按钮，打开如图 12-14 所示的“定向视图”对话框。该对话框用于定向视图的投影方向。



图 12-13 “基本视图”对话框

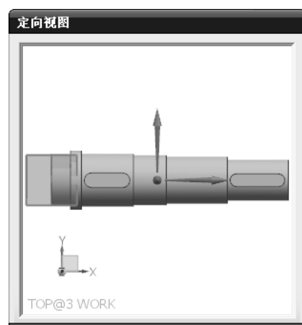


图 12-14 “定向视图”对话框

12.4.2 投影视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“投影”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“投影视图”图标，打开如图 12-15 所示的“投影视图”对话框。



图 12-15 “投影视图”对话框

“投影视图”对话框中部分选项的功能如下。

1．父视图

该卷展栏用于在绘图工作区选择视图作为基本视图（父视图），并从它投影出其他视图。

2．铰链线

（1）矢量选项：该下拉列表中包含“自动判断”和“已定义”两项。

- 自动判断：为视图自动判断铰链线和投影方向。
- 已定义：允许为视图手工定义铰链线和投影方向。

（2）反转投影方向：若勾选此复选框，则反转投影方向。

（3）关联：当铰链线与模型中的平面平行时，铰链线将自动关联该平面。

12.4.3 局部放大视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“局部放大图”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“局部放大图”图标，打开如图 12-16 所示的“局部放大图”对话框。

“局部放大图”对话框中部分选项的功能如下。

（1）圆形：在父视图中选择了局部放大部位的中心点后，拖动鼠标来定义圆周视图边界的大小。

（2）按拐角绘制矩形：通过选择对角线上的两个拐点创建矩形局部放大图边界。

（3）按中心和拐角绘制矩形：通过选择一个中心点和一个拐角点创建矩形局部放大图边界。





图 12-16 “局部放大图”对话框

12.4.4 剖视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“截面”→“简单/阶梯剖”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“剖视图”库→“剖视图”图标，打开如图 12-17（左侧）所示的“剖视图”工具条。选择父视图后，打开如图 12-17（右侧）所示的“剖视图”工具条。



图 12-17 “剖视图”工具条

“剖视图”工具条中部分按钮的功能如下。

（1）选择父视图：单击此按钮后，在当前图纸页中选择视图，视图中将显示剖切线符号。

（2）截面线型：单击此按钮后，打开“截面线首选项”对话框，设置截面线参数。

（3）自动判断铰链线：单击此按钮后，放置剖切线。

（4）定义铰链线：单击此按钮后，在自动判断的矢量列表中选择矢量来定义关联铰链线。

（5）反向：单击此按钮后，反转剖切线箭头的方向。

（6）添加段：单击此按钮后，在将剖切线放置到父视图中后可用，为阶梯剖视图添加剖切段。

（7）删除段：单击此按钮后，删除剖切线上的剖切段。

（8）移除段：单击此按钮后，在父视图中移动剖切线符号的单个段，同时保留与相邻段的角度和连接。

12.4.5 半剖视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“截面”→“半剖”命令，或者依次单击“主页”

选项卡→“视图”组→“剖视图”库→“半剖视图”图标，打开如图 12-18（左侧）所示的“半剖视图”。选择父视图，打开如图 12-18（右侧）所示的“半剖视图”工具条。



图 12-18 “半剖视图”工具条

添加半剖视图的步骤依次为指定剖面线样式、指定铰链线、指定弯折位置和剖切位置，最后拖动视图到指定位置。

工具条中按钮的功能前面已介绍，此处从略。

12.4.6 旋转剖视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“截面”→“旋转剖”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“剖视图”库→“旋转剖视图”图标，选择父视图，打开如图 12-19 所示的“旋转剖视图”工具条。



图 12-19 “旋转剖视图”工具条

“旋转剖视图”示意图如图 12-20 所示。

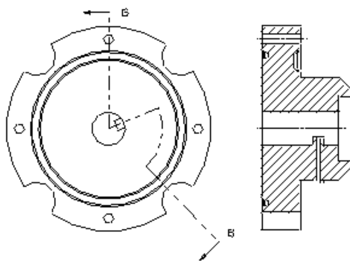


图 12-20 “旋转剖视图”示意图

12.4.7 局部剖视图

选择“菜单”→“插入”→“视图”→“局部剖”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“局部剖视图”图标，打开如图 12-21 所示的“局部剖”对话框。该对话框用于通过在任何父图纸视图中移除一个部件区域来创建一个局部剖视图。其示意图如图 12-22 所示。

“局部剖”对话框中选项的功能如下。

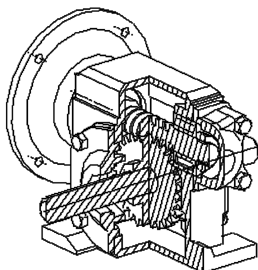
（1）创建：激活局部剖视图创建步骤。

（2）编辑：修改现有的局部剖视图。

（3）删除：从主视图中移除局部剖视图。



图 12-21 “局部剖”对话框


图 12-22 “局部剖”示意图

（4）选择视图：用于选择要进行局部剖切的视图。

（5）指出基点：用于确定剖切区域沿拉伸方向开始拉伸的参考点，该点可通过“捕捉点”工具条指定。

（6）指出拉伸矢量：用于指定拉伸方向，可用矢量构造器指定，必要时可使拉伸反向，或指定为视图法向。

（7）选择曲线：用于定义局部剖切视图剖切边界的封闭曲线。当选择错误时，可单击“取消选择上一个”按钮，取消上一个选择。定义边界曲线的方法是：在进行局部剖切的视图边界上单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中选择“扩展成员视图”命令，进入视图成员模型工作状态。用曲线功能在要产生局部剖切的位置创建局部剖切边界线。完成边界线的创建后，在视图边界上单击鼠标右键，再从快捷菜单中选择“扩展成员视图”命令，恢复到工程图界面。这样，就建立了与选择视图相关联的边界线。

（8）修改边界曲线：用于修改剖切边界点，必要时可用于修改剖切区域。

（9）切穿模型：若勾选该复选框，则剖切时完全穿透模型。

12.4.8 实例——创建轴承座视图

本例主要介绍工程制图模块的各项功能，包括创建视图、视图预设置、投影等制图操作，最后生成如图 12-23 所示的工程图。

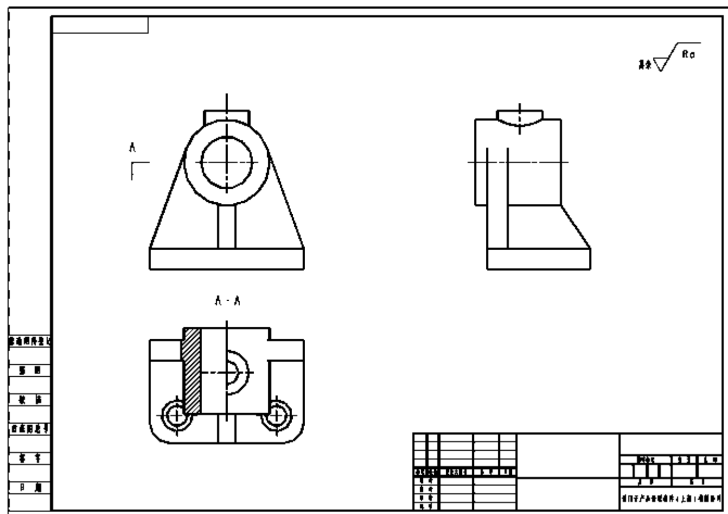


图 12-23 轴承座工程图



光盘\视频教学\第12章\创建轴承座图.avi


操作步骤

1．新建文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“主页”选项卡→“新建”图标，打开“新建”对话框。在“图纸”选项卡中选择“A3-无视图”模板。在“要创建图纸的部件”栏中单击“打开”按钮，打开“选择主模型部件”对话框，单击“打开”按钮，打开“部件名”对话框，选择要创建工程图的“zhouchengzuo”零件，然后单击“确定”按钮，进入工程制图界面。

2．制图参数预设置

（1）依次单击“主页”选项卡→“首选项”组→“制图”图标，打开“制图首选项”对话框，如图 12-24 所示。

（2）选择“视图”→“截面”→“标签”选项，去除前缀；选择“尺寸”→“文本”→“尺寸文本”选项，修改高度为 7.5；选择“公共”→“文字”选项，修改高度为 5.5（若仍须修改大小，可先选择对象，再单击鼠标右键，选择“设置”命令，修改大小）。

3．建立基本视图

（1）选择“菜单”→“插入”→“视图”→“基本”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“基本视图”图标，打开“基本视图”对话框，如图 12-25 所示。



图 12-24 “制图首选项”对话框



图 12-25 “基本视图”对话框

（2）在“要使用的模型视图”下拉列表框中选择“俯视图”，“比例”设置为“1:1”，选择合适的位置后单击鼠标左键放置，如图 12-26 所示。



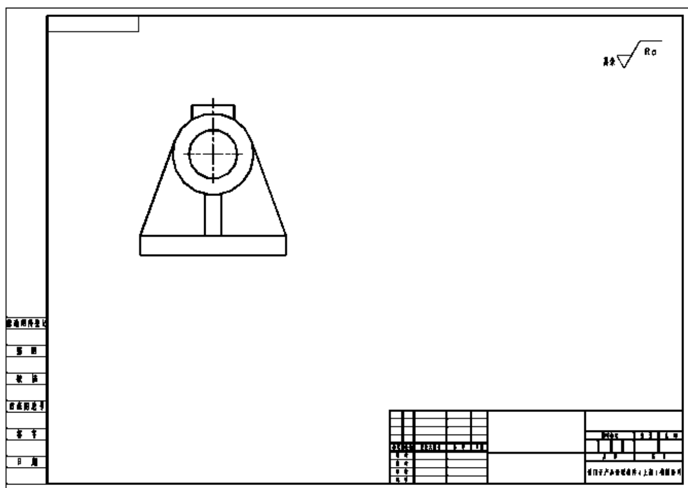


图 12-26　基本视图

4．建立投影视图

（1）选择“菜单”→“插入”→“视图”→“投影”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“投影视图”图标，打开“投影视图”对话框，如图 12-27 所示。

（2）选择“基本视图”为父视图，放置方法选择“自动判断”，在“基本视图”右侧选择合适的地方，单击鼠标左键放置，如图 12-28 所示。



图 12-27 “投影视图”对话框

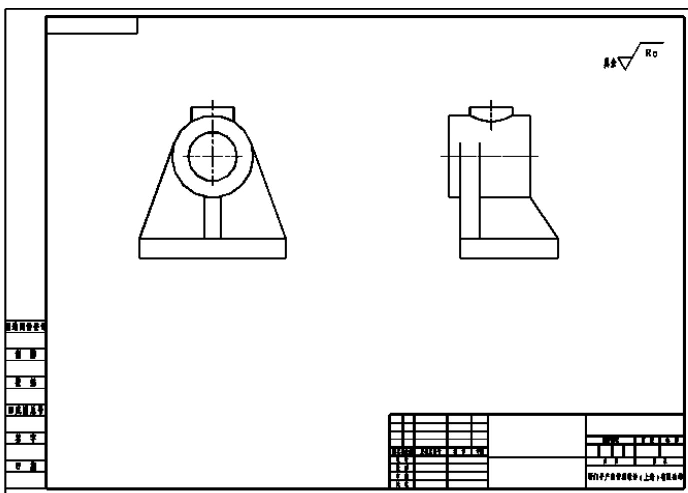


图 12-28　投影视图

5．建立半剖视图

（1）选择“菜单”→“插入”→“视图”→“截面”→“半剖”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“剖视图”库→“半剖视图”图标，打开“半剖视图”工具条，如图 12-29 所示。

（2）选择“基本视图”为父视图，连续选择“基本视图”的圆中心，并在“基本视图”下方放置“半剖视图”，如图 12-30 所示。

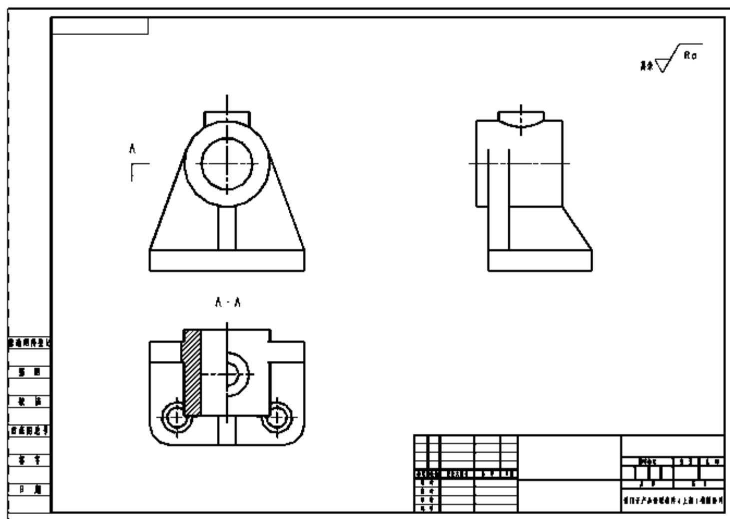




图 12-29 “半剖视图”工具条

图 12-30 半剖视图

12.5 视图编辑

选中需要编辑的视图，在其中单击右键打开快捷菜单（如图 12-31 所示），其中的命令可以更改视图样式、添加各种投影视图等。

视图的详细编辑命令集中在“菜单”→“编辑”→“视图”子菜单下，如图 12-32 所示。



图 12-31 快捷菜单



图 12-32 “视图”子菜单

12.5.1 对齐视图

一般而言，视图之间应该对齐，但 UG 在自动生成视图时是可以任意放置的，需要用户

根据需要进行对齐操作。在 UG 制图中，用户可以拖动视图，系统会自动判断用户意图（包括中心对齐、边对齐多种方式），并显示可能的对齐方式，基本上可以满足用户对于视图放置的要求。

选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“对齐”命令，打开如图 12-33 所示的“视图对齐”对话框。该对话框用于调整视图位置，使之排列整齐。



图 12-33 “视图对齐”对话框

“视图对齐”对话框中部分选项的说明如下。

（1）选择视图：在该下拉列表框中列出了所有可以进行对齐操作的视图。

（2）方法：该下拉列表中有 5 个选项。

- 叠加：即重合对齐，系统会将视图的基准点进行重合对齐。
- 水平：系统会将视图的基准点进行水平对齐。
- 竖直：系统会将视图的基准点进行竖直对齐。它与“水平对齐”都是较为常用的对齐方式。
- 垂直于直线：系统会将视图的基准点垂直于某一直线。
- 自动判断：系统会根据选择的基准点判断用户意图，并显示可能的对齐方式。

（3）对齐：该下拉列表中有 3 个选项。

- 模型点：使用模型上的点对齐视图。
- 至视图：使用视图中心点对齐视图。
- 点到点：移动视图上的一个点到另一个指定点来对齐视图。

12.5.2 编辑截面线

创建旋转剖视图、简单剖视图、半剖视图后，可以通过添加、删除、编辑等操作来修整

其剖面。选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“截面线”命令，打开如图 12-34 所示的“截面线”对话框。

以下对其部分功能作介绍。

（1）添加段：该单选按钮可以为剖切线符号指定附加剖切线段。通过该选项可以将简单的剖视图转换成阶梯剖视图，生成阶梯剖视图时还可以指定弯折位置。

（2）删除段：该单选按钮用于在选择的剖切线上删除剖切线段。删除剖切线后，系统会自动更新视图。

（3）移动段：该单选按钮用于移动所选剖切线中的某一段位置。利用移动点位置的方法来编辑剖切线，根据需要将剖切线与模型的其他特征或光标位置关联起来。

（4）移动旋转点：该单选按钮只用于移动旋转剖视图的旋转中心点的位置。

（5）重新定义铰链线：该单选按钮用于重新定义折页线方向，可以利用矢量构造器和反向功能来编辑或指定新的折页线。



图 12-34 “截面线”对话框

（6）重新定义剖切矢量：该单选按钮用于重新定义剖切矢量。

（7）重新定义箭头矢量：该单选按钮用于重新定义箭头方向。

（8）切削角：该单选按钮用于为展开剖视图指定一个新的剖切角度。

12.5.3 视图相关编辑

选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“视图相关编辑”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“编辑视图”库→“视图相关编辑”图标，打开如图 12-35 所示的“视图相关编辑”对话框。该对话框用于编辑几何对象在某一视图中的显示方式，而不影响其他视图中的显示。

“视图相关编辑”对话框中的相关选项的功能如下。

1．添加编辑

（1）擦除对象：擦除选择的对象，如曲线、边等。擦除并不是删除，只是使被擦除的对象不可见而已，使用“删除选择的擦除”按钮可使被擦除的对象重新显示。若要擦除某一视图中的某个对象，则先选择视图；而若要擦除所有视图中的某个对象，则先选择如图纸，再选择此功能，然后选择要擦除的对象并单击“确定”按钮。

（2）编辑完全对象：编辑整个对象的显示方式，包括颜色、线型和线宽。单击该按钮，设置颜色、线型和线宽后，单击“应用”按钮。打开“类选择”对话框，选择要编辑的对象并单击“确定”按钮，则所选对象按设置的颜色、线型和线宽显示。如要隐藏选择的视图对象，则只用设置选择对象的颜色与视图背景色相同即可。



图 12-35 “视图相关编辑”对话框

（3）编辑着色对象：编辑着色对象的显示方式。单击该按钮，设置颜色，单击“应用”

按钮。打开“类选择”对话框，选择要编辑的对象并单击“确定”按钮，则所选的着色对象按设置的颜色显示。

（4）编辑对象段：编辑部分对象的显示方式，用法与编辑整个对象相似。在选择编辑对象后，可选择一个或两个边界，则只编辑边界内的部分。

（5）编辑剖视图背景：编辑剖视图背景线。在建立剖视图时，可以有选择地保留背景线，而使用背景线编辑功能，不但可以删除已有的背景线，而且可以添加新的背景线。

2．删除编辑

（1）删除选择的擦除：恢复被擦除的对象。单击该按钮，将高显已被擦除的对象，选择要恢复显示的对象并确认。

（2）删除选择的编辑：恢复部分编辑对象在原视图中的显示方式。

（3）删除所有编辑：恢复所有编辑对象在原视图中的显示方式。单击该按钮，将显示警告信息对话框，单击“是”按钮，则恢复所有编辑，单击“否”按钮，则进行相反操作。

3．转换相依性

（1）模型转换到视图：将模型中单独存在的对象转换到指定视图中，且对象只出现在该视图中。

（2）视图转换到模型：将视图中单独存在的对象转换到模型视图中。

12.5.4 移动/复制视图

选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“移动/复制”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“编辑视图”库→“移动/复制视图”图标，打开如图 12-36 所示的“移动/复制视图”对话框。该对话框用于在当前图纸上移动或复制一个或多个选定的视图，或者把选定的视图移动或复制到另一张图纸中。



图 12-36 “移动/复制视图”对话框

“移动/复制视图”对话框中选项的功能如下。

（1）至一点：移动或复制选定的视图到指定点，该点可用光标或坐标指定。

（2）水平的：在水平方向上移动或复制选定的视图。

（3）竖直的：在竖直方向上移动或复制选定的视图。

（4）垂直于直线：在垂直于指定方向移动或复制视图。

（5）至另一图纸：移动或复制选定的视图到另一张图纸中。

（6）复制视图：若勾选该复选框，则复制视图，否则移动视图。

（7）距离：勾选该复选框后，在右侧的文本框中输入移动或复制后的视图与原视图之间的距离值。若选择多个视图，则以第一个选定的视图作为基准，其他视图将与第一个视图保持指定的距离。若不勾选该复选框，则可通过移动光标或输入坐标值指定视图位置。

12.5.5 视图边界

选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“边界”命令，或依次单击“主页”选项卡→“视

图”组→“编辑视图”库→“视图边界”图标，或在要编辑的视图的边界上单击鼠标右键，在打开的菜单中选择“视图边界”命令，打开如图 12-37 所示的“视图边界”对话框。该对话框用于重新定义视图边界，既可以缩小视图边界只显示视图的某一部分，也可以放大视图边界显示所有视图对象。



图 12-37 “视图边界”对话框

“视图边界”对话框中相关选项的功能如下。

1．边界类型

（1）断裂线/局部放大图：定义任意形状的视图边界，使用该选项只显示出被边界包围的视图部分。若用此选项定义视图边界，则必须先建立与视图相关的边界线。当编辑或移动边界曲线时，视图边界会随之更新。

（2）手工生成矩形：以拖动方式手工定义矩形边界，该矩形边界的大小是由用户定义的，它可以包围整个视图，也可以只包围视图中的一部分。该边界方式主要用在一个特定的视图中隐藏不要显示的几何体。

（3）自动生成矩形：自动定义矩形边界，该矩形边界能根据视图中几何对象的大小自动更新，主要用在一个特定的视图中显示所有的几何对象。

（4）由对象定义边界：由包围对象定义边界，该边界能根据被包围对象的大小自动调整，通常用于大小和形状随模型变化的矩形局部放大视图。

2．其他参数

（1）锚点：用于将视图边界固定在视图对象的指定点上，从而使视图边界与视图相关，当模型变化时，视图边界会随之移动。锚点主要用在局部放大视图或用手工定义边界的视图。

（2）边界点：用于指定视图边界要通过的点。该功能可使任意形状的视图边界与模型相关。当模型修改后，视图边界也随之变化，也就是说，当边界内的几何模型的尺寸和位置变化时，该模型始终在视图边界之内。

（3）包含的点：视图边界要包围的点，只用于由“对象定义的边界”定义边界的方式。

（4）包含的对象：选择视图边界要包围的对象，只用于由“由对象定义边界”定义边界的方式。

12.5.6 显示与更新视图

（1）视图的显示：选择“菜单”→“视图”→“显示图纸页”命令，系统会在对象的三

维模型与二维工程图纸间进行转换。

（2）视图的更新：选择“菜单”→“编辑”→“视图”→“更新”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“更新视图”图标，打开如图 12-38 所示的“更新视图”对话框。



图 12-38 “更新视图”对话框

“更新视图”对话框中部分选项的功能如下。

- 显示图纸中的所有视图：该复选框用于控制在列表框中是否列出所有的视图，并自动选择所有过期视图。勾选该复选框之后，系统会自动在列表框中选取所有过期视图，否则，需要用户自己更新过期视图。
- 选择所有过时视图：用于选择当前图纸中的过期视图。
- 选择所有过时自动更新视图：用于选择每一个在保存时勾选“自动更新”的视图。

12.6 标注与符号

为了表达零件的几何尺寸，需要引入各种投影视图，为了表达工程图的尺寸和公差信息，必须进行工程图的标注。

12.6.1 尺寸标注

UG 标注的尺寸是与实体模型匹配的，与工程图的比例无关。在工程图中进行标注的尺寸是直接引用三维模型的真实尺寸，如果改动了零件的某个尺寸参数，工程图中的标注尺寸也会自动更新。

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”下的命令（如图 12-39 所示），或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组（如图 12-40 所示），系统会打开各种尺寸标注，其中一些尺寸标注包含在快速、线性、径向尺寸标注中。



图 12-39 “尺寸”子菜单命令



图 12-40 “尺寸”组

各种尺寸标注方式如下。

1. 快速尺寸

可用单个命令和一组基本选择项从一组常规、好用的尺寸类型快速创建不同的尺寸。以下为各种快速尺寸标注方式。

（1）圆柱尺寸：用来标注工程图中所选圆柱对象之间的尺寸，如图 12-41 所示。

（2）直径尺寸：用来标注工程图中所选圆或圆弧的直径尺寸，如图 12-42 所示。

（3）自动判断：由系统自动推断出选用哪种尺寸标注类型来进行尺寸的标注。

（4）水平尺寸：用来标注工程图中所选对象间的水平尺寸，如图 12-43 所示。

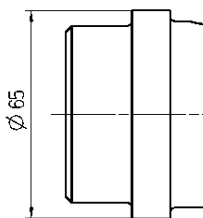


图 12-41 “圆柱尺寸”示意图

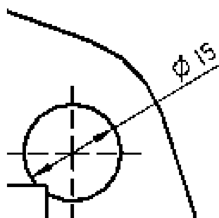


图 12-42 “直径尺寸”示意图

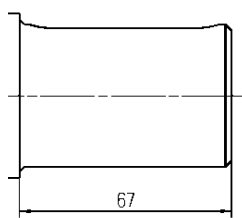


图 12-43 “水平尺寸”示意图

（5）竖直尺寸：用来标注工程图中所选对象间的垂直尺寸，如图 12-44 所示。

（6）点到点尺寸：用来标注工程图中所选对象间的平行尺寸，如图 12-45 所示。

（7）垂直尺寸：用来标注工程图中所选点到直线（或中心线）的垂直尺寸（如图 12-46 所示）。

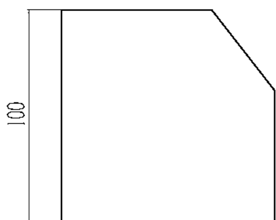


图 12-44 “竖直尺寸”示意图

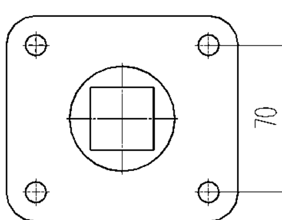


图 12-45 “点到点尺寸”示意图

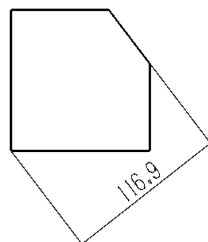


图 12-46 “垂直尺寸”示意图

2．倒斜角尺寸

该方式用来标注对于国标的 45° 倒角的标注。目前不支持对于其他角度倒角的标注（如图 12-47 所示）。

3．线性尺寸

可将 6 种不同线性尺寸中的一种创建为独立尺寸，或者创建为一组链尺寸或基线尺寸。可以创建下列线性尺寸类型。

（1）孔尺寸：用来标注工程图中所选孔特征的尺寸（如图 12-48 所示）。

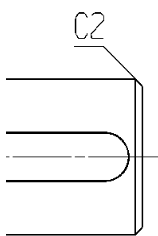


图 12-47 “倒斜角尺寸”示意图

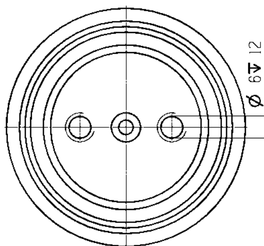


图 12-48 “孔尺寸”示意图

（2）链：用来在工程图上生成一个水平方向（*XC* 方向）或竖直方向（*YC* 方向）的尺寸链，即生成一系列首尾相连的水平/竖直尺寸，如图 12-49 所示。（注：在测量方法中选择

水平或竖直，即可在尺寸集中选择链）

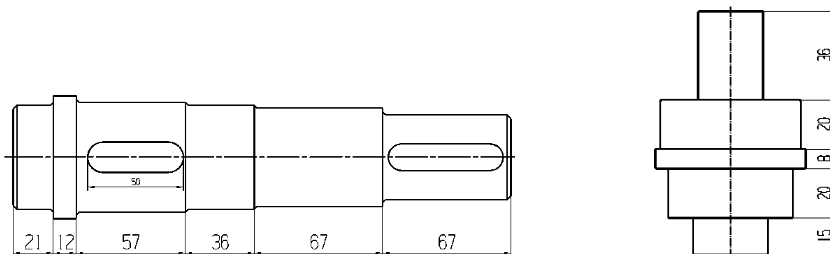


图 12-49 “尺寸链尺寸”示意图

（3）基线：用来在工程图上生成一个水平方向（*XC* 方向）或竖直方向（*YC* 方向）的尺寸系列，该尺寸系列分享同一条水平/竖直基线，如图 12-50 所示。（注：在测量方法中选择水平或竖直，即可在尺寸集中选择基线）

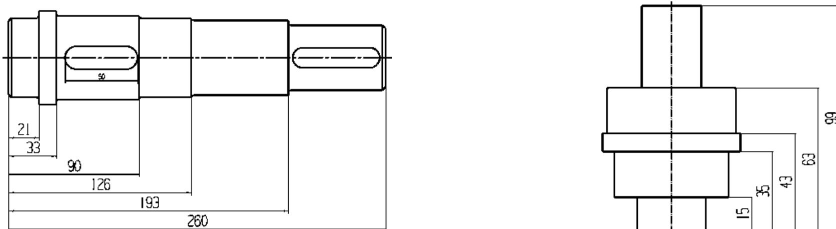


图 12-50 “基线尺寸”示意图

4．角度尺寸

该方式用来标注工程图中所选两直线之间的角度。

5．径向尺寸

该方式用于创建 3 个不同的径向尺寸类型中的一种。

（1）径向尺寸：用来标注工程图中所选圆或圆弧的半径尺寸，但标注不过圆心（如图 12-51 所示）。

（2）过圆心的半径尺寸：用来标注工程图中所选圆或圆弧的半径尺寸，但标注过圆心，在拖动半径尺寸时单击鼠标右键，在快捷菜单中选择“编辑”命令，然后选择尺寸文本，最后选择过圆心的半径（如图 12-52 所示）。

（3）带折线的半径尺寸：用来标注工程图中所选大圆弧的半径尺寸，并用折线来缩短尺寸线的长度（如图 12-53 所示）。

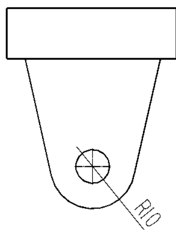


图 12-51 “径向尺寸”示意图

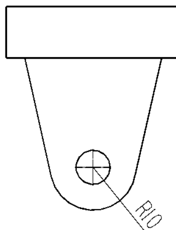


图 12-52 “过圆心的半径尺寸”示意图

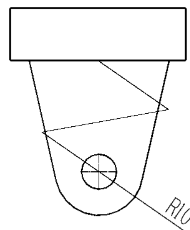


图 12-53 “带折线的半径尺寸”示意图

6. 弧长尺寸

该方式用来标注工程图中所选圆弧的弧长尺寸（如图 12-54 所示）。

7. 坐标尺寸

该方式用来在标注工程图中定义一个原点的位置，作为一个距离的参考点位置，进而可以明确地给出所选对象的水平或垂直坐标距离（如图 12-55 所示）。

单击每一个标注图标后，在拖放尺寸标注时单击右键并选择“编辑”命令，再选择文本，系统会打开如图 12-56 所示的尺寸编辑栏，其功能如下。

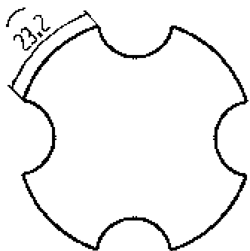


图 12-54 “弧长尺寸”示意图

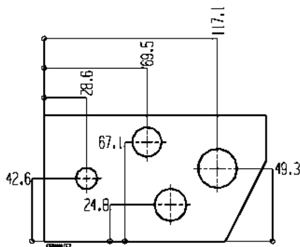


图 12-55 “坐标尺寸”示意图

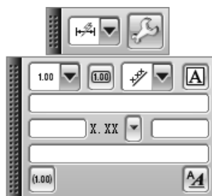


图 12-56 尺寸编辑栏

（1）尺寸式样：单击该按钮会打开如图 12-57 所示的“设置”对话框。该对话框用于设置详细的尺寸类型，包括尺寸的位置、精度、公差、线条和箭头、文字和单位等。

（2）X.XX 精度：该选项用于设置尺寸标注的精度值，可以使用其下拉选项进行详细设置。

（3）公差：用于设置各种需要的精度类型，可以使用其下拉选项进行详细设置。

（4）编辑附加文本：单击该图标，打开“附加文本”对话框，如图 12-58 所示，可以进行各种符号和文本的编辑。



图 12-57 “设置”对话框



图 12-58 “附加文本”对话框

1）文本工具栏。

chinesef_fs 选择字体：用于选择合适的字体。

2）制图符号。

- 埋头孔：生成埋头孔符号。
- 沉头孔：生成沉头孔符号。
- 孔口平面：生成孔口平面符号。
- 深度：编辑深度符号。
- 圆锥拔模角：生成圆锥拔模角符号。
- 斜率：给具有斜坡的图形生成斜度符号。
- 正方形：给横向和竖向具有相同长度的图形创建正四边形符号。
- 介于：创建间隙符号。
- 正负：创建正负号。
- 角度：创建角度记号。
- 弧长：创建弧长符号。
- 左括号：生成左括号。
- 右括号：生成右括号。
- 直径：生成直径符号。
- 球体直径：生成球体直径符号。

3）1/2 分数符号。

- 2/3 高度：以所输入的尺寸值的 2/3 大小来创建标注。
- 3/4 高度：以所输入的尺寸值的 3/4 大小来创建标注。
- 全高：以所输入的尺寸值大小来创建标注。
- 两行文本：所创建的标注为两行。

4）形位公差符号。

- 开始单个方块：单击该按钮，开始编辑单框形位公差。
- 直线度：生成直线度符号。
- 平面度：生成平面度符号。
- 圆弧度：生成圆弧度符号。
- 圆柱度：生成圆柱度符号。
- 线轮廓：生成自由弧线的轮廓符号。
- 面轮廓：生成自由曲面的轮廓符号。
- 角：生成倾斜度符号。
- 垂直度：生成垂直度符号。
- 开始复合框：在一个框架内创建另一个框架，即组合框。
- 平行度：生成平行度符号。
- 位置度：生成零件的点、线及面的位置符号。
- 同轴度：向具有中心的圆形对象创建同心度符号。
- 对称度：以中心线、中心面或中心轴为基准创建对称符号。
- 圆跳动度：创建圆跳动度符号。
- 全跳动度：创建全跳动度符号。
- 直径：生成直径符号。

- SØ球径：生成球体直径符号。
- Ⓜ最大实体状态：生成实际最大尺寸符号。
- Ⓛ最小实体状态：生成实际最小尺寸符号。
- |竖直分隔符：创建垂直分隔符。
- Ⓢ不考虑特征大小：生成不考虑特征大小符号。
- Ⓟ投影公差带：生成延伸公差带符号。
- Ⓣ相切平面修饰符：生成 ASME 1994 相切平面修饰符号。
- Ⓕ自由状态修饰符：生成 ASME 1994/ISO 1995 自由状态修饰符号。
- Ⓔ插入包络几何体：生成 ISO 1995 相切平面修饰符号。
- A B C D E F基准 A/B/C/D/E/F 标注：生成 A/B/C/D/E/F 基准符号。

5）用户定义符号（如图 12-59 所示）。

如果用户已经定义了自己的符号库，可以通过指定相应的符号库来加载它们，同时还可以设置符号的比例和投影。

6）“关系”属性页如图 12-60 所示，用户可以将物体的表达式、对象属性、零件属性标注出来，并实现关联。



图 12-59 “用户定义符号”类型

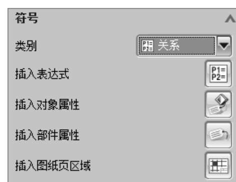


图 12-60 “关系”属性页

12.6.2 注释编辑器

选择“菜单”→“插入”→“注释”→“注释”命令，打开如图 12-61 所示的“注释”对话框。



图 12-61 “注释”对话框

“注释”对话框中相关选项的功能如下。

（1）清除：清除所有输入的文字。

（2）删除文本属性：删除文本的斜体或粗体属性。

（3）选择下一个符号：注释编辑器输入的符号来移动光标。

（4）上标：在文字上面添加内容。

（5）下标：在文字下面添加内容。

（6）chinesef 选择字体：用于选择合适的字体。

12.6.3 符号标注

选择“菜单”→“插入”→“注释”→“符号标注”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“注释”组→“符号标注”图标，则系统打开如图 12-62 所示的“符号标注”对话框。

利用该对话框可以创建工程图中表示各部件的编号以及页码标识等 ID 符号，还可以设置符号的大小、类型、放置位置。



图 12-62 “符号标注”对话框

“符号标注”对话框中常用选项的功能如下。

（1）类型：系统提供了多种符号类型供用户选择，每种符号类型都可以配合该符号的文本选项，在 ID 符号中放置文本内容。

（2）文本：如果选择了上下型的标示符号类型，可以在“上部文本”和“下部文本”文本框中输入两行文本的内容，如果选择的是独立型 ID 符号，则只能在“上部文本”文本框中输入文本内容。

（3）大小：各标示符号都可以通过该选项来设置其比例值。

12.6.4 实例——标注轴承座工程图

本例主要介绍如何利用尺寸标注命令标注轴承座工程图，如图 12-63 所示。

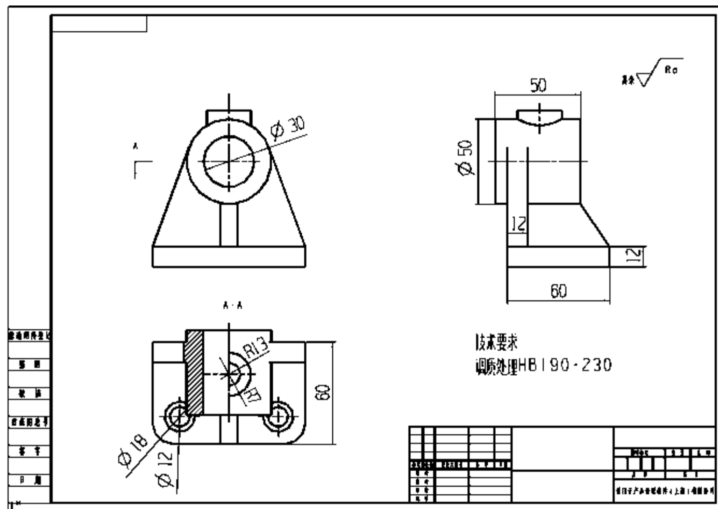


图 12-63 轴承座工程图



光盘\视频教学\第12章\轴承座工程图.avi



操作步骤

1．打开文件

选择“菜单”→“文件”→“打开”命令，或依次单击“主页”选项卡→“打开”图标，打开“打开”对话框。打开 12.4.8 节创建的轴承座工程视图。

2．水平尺寸标注

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“快速”命令，或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标。打开“快速尺寸”对话框，如图 12-64 所示。测量方法选择“水平”，标注尺寸如图 12-65 所示。



图 12-64 “快速尺寸”对话框

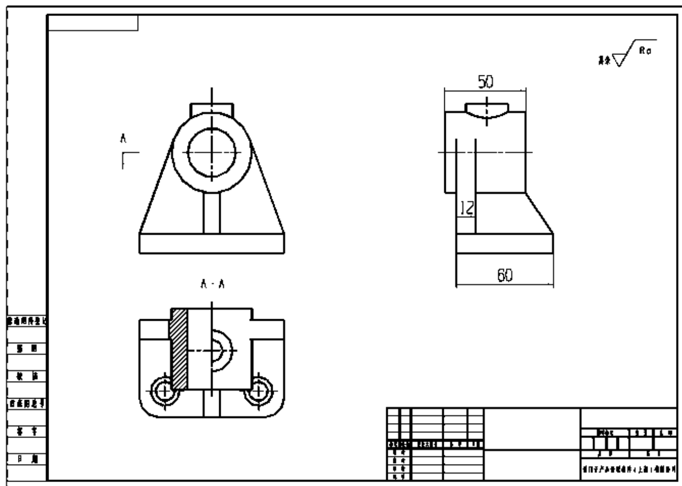


图 12-65 水平尺寸标注

3．竖直尺寸标注

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“快速”命令，或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标。打开“快速尺寸”对话框，测量方法选择“竖直”，标注尺寸如图 12-66 所示。

4．径向尺寸标注

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“快速”命令，或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标。打开“快速尺寸”对话框，测量方法选择“径向”，标注尺寸如图 12-67 所示。

5．直径尺寸标注

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“快速”命令，或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标。打开“快速尺寸”对话框，测量方法选择“直径”，标注尺寸如图 12-68 所示。

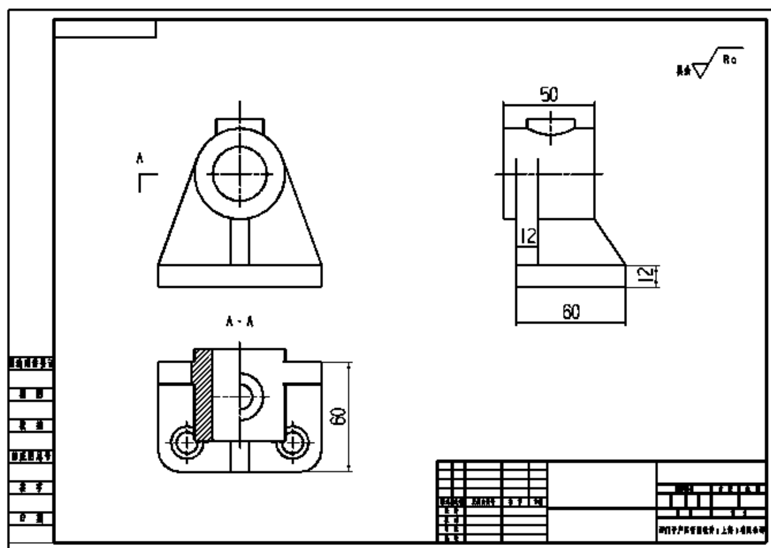


图 12-66　竖直尺寸标注

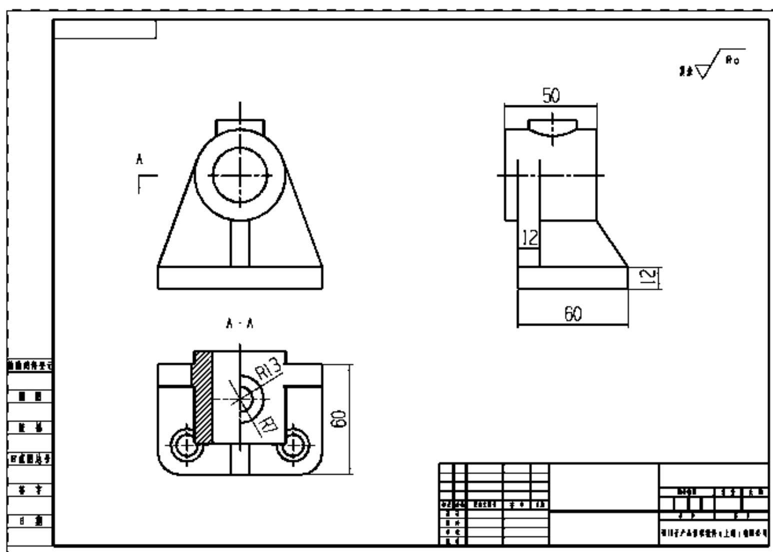


图 12-67　径向尺寸标注

6．圆柱形尺寸标注

选择“菜单”→“插入”→“尺寸”→“快速”命令，或依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标。打开“快速尺寸”对话框，测量方法选择“圆柱形”，标注尺寸如图 12-69 所示。

7．标注技术要求

选择“菜单”→“插入”→“注释”→“注释”命令，或依次单击“主页”选项卡→“注释”组→“注释”图标A，打开如图 12-70 所示的“注释”对话框。在文字类型下拉列表框中选择“chinesef”，在大小下拉列表框中选择“1.75”，在对话框中部输入技术要求，单击“关

闭”按钮，将文字放在图右下角。生成的工程图如图 12-63 所示。

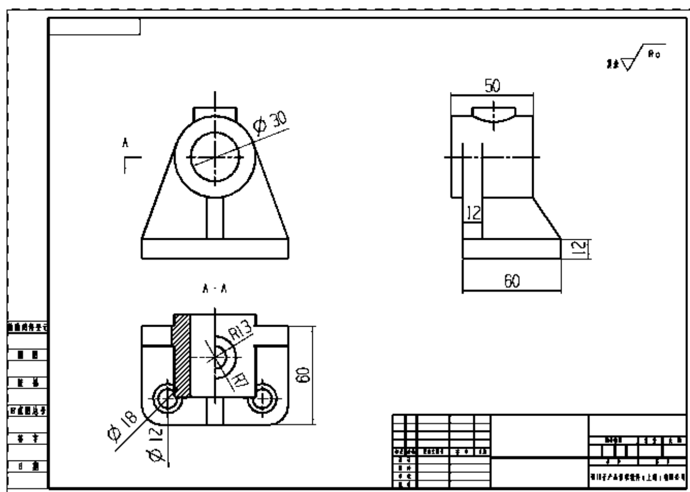


图 12-68 直径尺寸标注

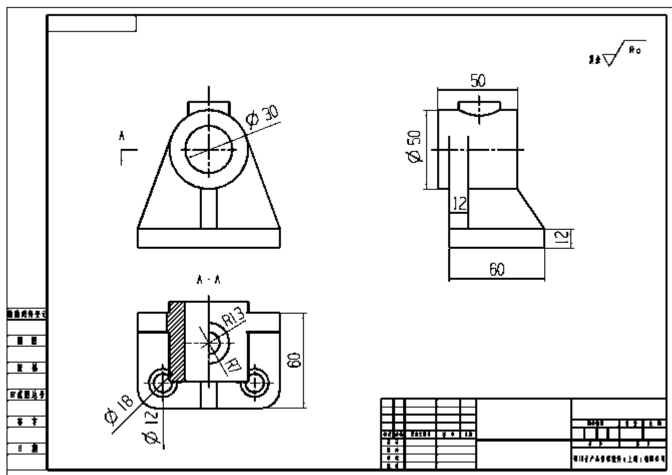


图 12-69 圆柱形尺寸标注



图 12-70 “注释”对话框

12.7 综合实例——轴工程图

本例主要介绍工程图的创建，各种视图的投影及编辑视图、注释预设置、标注各种尺寸和技术要求等操作，最后生成的工程图如图 12-71 所示。

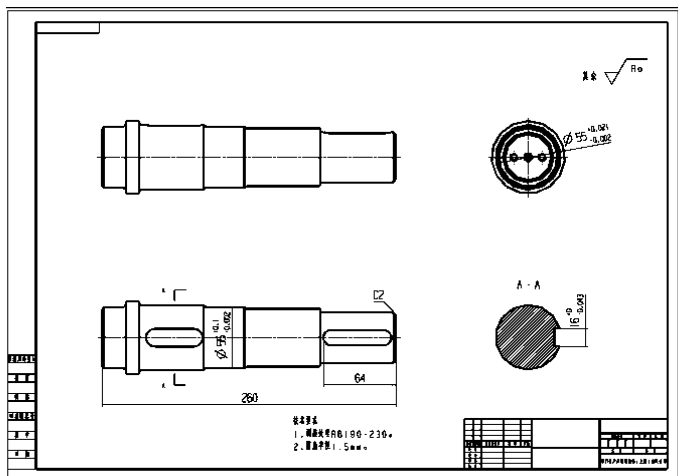


图 12-71　轴工程图



参见光盘　光盘\视频教学\第12章\轴工程图.avi



操作步骤

1．新建文件

选择“菜单”→“文件”→“新建”命令，或依次单击“主页”选项卡→“新建”图标，弹出“新建”对话框。在“图纸”选项卡中选择“A2-无视图”模型。在要创建图纸的部件下方单击“打开”按钮，加载传动轴“chuandongzhou”部件，在存放部件的文件目录下，输入新文件名“zhougongchengtu”，单击“确定”按钮，进入制图界面。

2．制图参数预设置

选择“菜单”→“首选项”→“制图”命令，弹出“制图首选项”对话框，选择“视图”→“公共”→“光顺边”，取消勾选“显示光顺边”复选框，如图 12-72 所示。单击“确定”按钮，关闭对话框，创建的工程视图将不显示光顺边。

3．创建基本视图

（1）依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“基本视图”图标，弹出如图 12-73 所示的“基本视图”对话框。

（2）此时在窗口中出现所选视图的边框，在模型视图中选择合适的模型视图，拖拽视图到窗口的左下角，单击鼠标左键确定，则将选择的视图定位到图样中，以此作为三视图中的俯视图，效果如图 12-74 所示。

4．添加投影视图

（1）依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“投影视图”图标，弹出“投影视图”对话框，如图 12-75 所示，为刚刚生成的俯视图建立正交投影视图。在图样中单击刚刚建立的俯视图作为正交投影的父视图。此时出现正交投影视图的边框，沿垂直方向拖拽视图，若投影方向不对，则勾选“反转投影方向”复选框，在合适位置处单击鼠标左键，将正交投影图定位到图样中，以此视图作为三视图中的正视图，效果如图 12-76 所示。

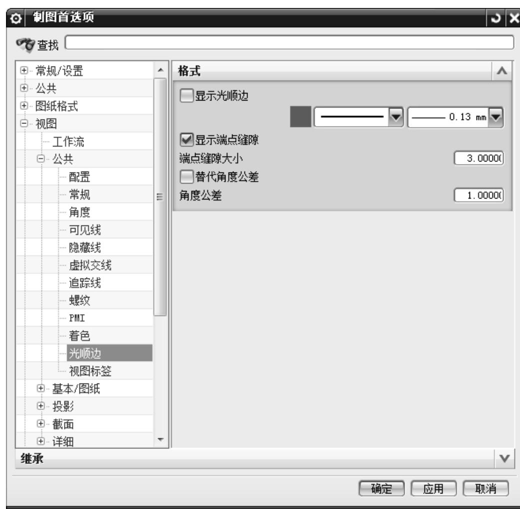


图 12-72 “制图首选项”对话框



图 12-73 “基本视图”对话框

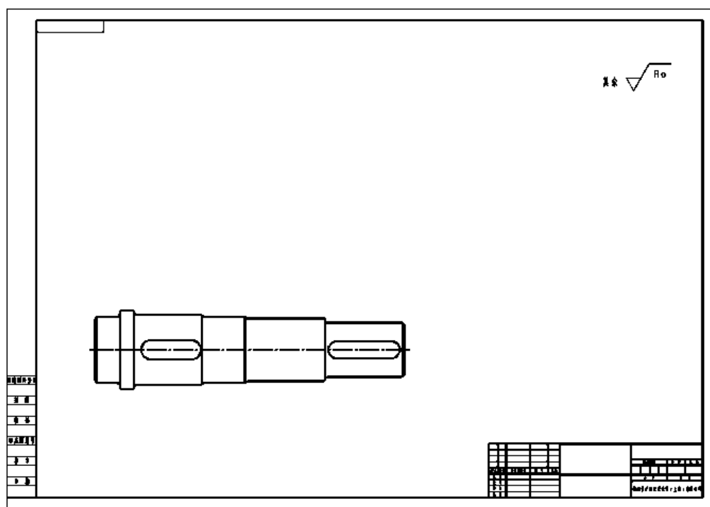


图 12-74 生成俯视图



图 12-75 “投影视图”对话框

（2）在图样中单击刚刚建立的前视图作为正交投影的父视图，如图 12-77 所示。此时出现正交投影视图的边框，沿水平方向拖拽视图，在合适位置处单击鼠标左键，将正交投影图定位到图样中，以此视图作为三视图中的右视图，最终的三视图效果如图 12-78 所示。

5．添加剖视图

（1）依次单击“主页”选项卡→“视图”组→“剖视图”图标，弹出“剖视图”工具条，如图 12-79 所示。在图样中单击俯视图作为简单剖视图的父视图，如图 12-80 所示。系统激活点捕捉器，根据系统提示定义父视图的切割位置，选择如图 12-81 所示位置和方向作为切割线的位置和方向。

（2）沿水平方向移动鼠标拖拽剖切视图到理想位置，单击鼠标左键，将简单剖视图定位在图样中，效果如图 12-82 所示。



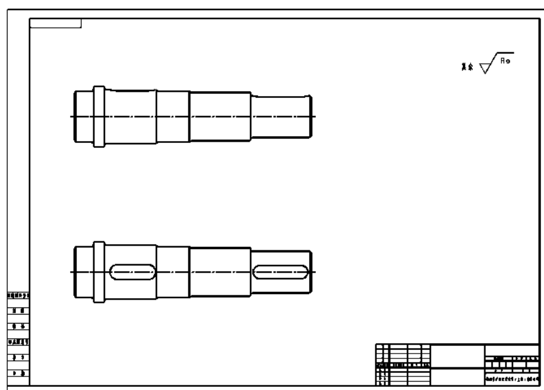


图 12-76 生成正视图

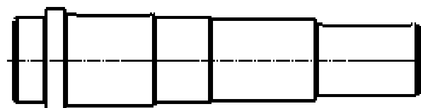


图 12-77 选择父视图

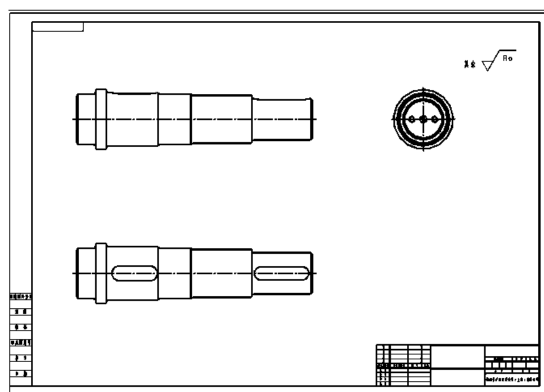


图 12-78 生成右视图



图 12-79 “剖视图”工具条

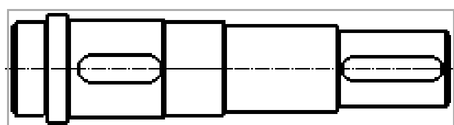


图 12-80 选择父视图

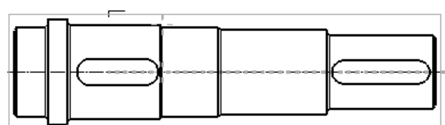


图 12-81 剖切线箭头位置

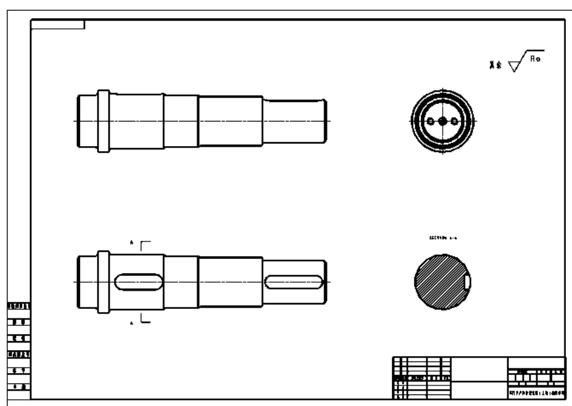


图 12-82 生成简单剖视图

（3）将光标放于剖视图标签处，单击鼠标左键将其选中，然后单击鼠标右键，弹出如图 12-83 所示的快捷菜单，选择其中的“设置”命令，弹出“设置”对话框。

（4）在对话框的左侧窗格中依次单击“截面”→“标签”，然后将“前缀”文本框中的默认字符删除，“字母高度因子”设置为“3”，其他参数保持默认，如图 12-84 所示。单击“确定”按钮，图样中的剖视图标签变为“A-A”，效果如图 12-85 所示。

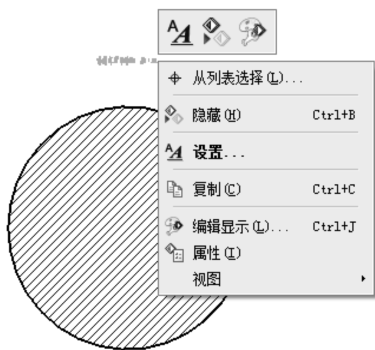


图 12-83　快捷菜单



图 12-84　“设置”对话框

6．修改背景

（1）将光标放置于剖视图附近处，单击鼠标左键将其选中，然后单击鼠标右键，弹出如图 12-86 所示的快捷菜单，选择其中的“设置”命令，弹出“设置”对话框。

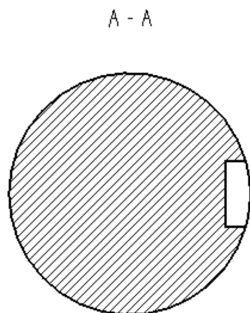


图 12-85　修改后的视图标签

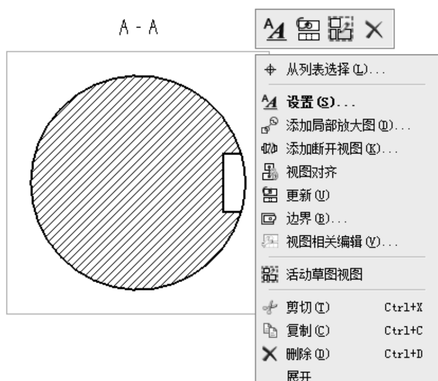


图 12-86　快捷菜单

（2）在对话框的左侧窗格中依次单击“截面”→“设置”选项，取消勾选“显示背景”复选框，如图 12-87 所示。

（3）单击“确定”按钮，则剖视图不显示背景投影线框，效果如图 12-88 所示。



图 12-87 “设置”对话框

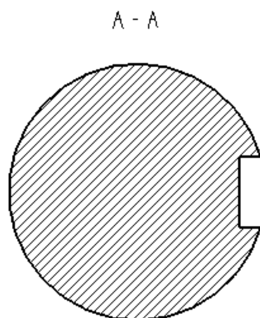


图 12-88 修改后的剖视图

7．设置注释

（1）选择“菜单”→“首选项”→“制图”命令，弹出“制图首选项”对话框。在左侧窗格中“尺寸”→“文本”→“单位”选项，按照图 12-89 所示设置长度单位和角度尺寸显示类型。继续在“制图首选项”对话框中选择“尺寸”→“公差”选项，按照图 12-90 所示设置公差的类型、文本位置等参数。

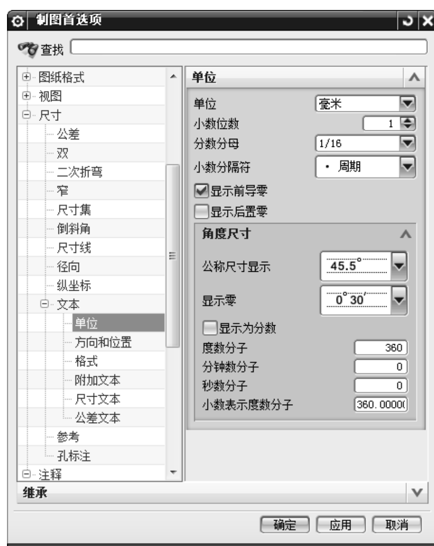


图 12-89 “单位”界面

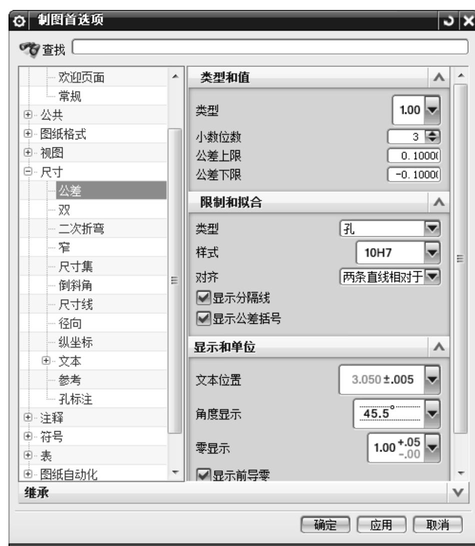


图 12-90 “公差”界面

（2）在“制图首选项”对话框中选择“公共”→“文字”选项，选择“尺寸”→“文本”→“附加文本”选项，选择“尺寸”→“文本”→“尺寸文本”选项，选择“尺寸”→“文本”→“公差文本”选项，按照图 12-91 所示设置各类字符的高度、字体间隙因子、宽高比及字体格式等参数。



图 12-91　文字

a)“文字”界面　b)“附加文本”界面　c)“尺寸文本”界面　d)“公差文本”界面

（3）在“制图首选项”对话框中选择“尺寸”→“倒斜角”选项，按照图 12-92 所示设置尺寸线箭头的类型和参数，以及尺寸线和指引线的显示颜色。继续在“制图首选项”对话框中选择“公共”→“前缀/后缀”选项，按照图 12-93 所示设置直径和半径的符号。单击“确定”按钮，关闭对话框。

8．标注水平尺寸

（1）依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标，弹出如图 12-94 所示的“快速尺寸”对话框。





图 12-92 “倒斜角”界面



图 12-93 前缀/后缀

（2）在对话框的测量方法下拉列表框中选择“水平”，然后选择俯视图的左右两端，在弹出尺寸后，拖动到合适的位置，单击左键放置。结果如图 12-95 所示。



图 12-94 “快速尺寸”对话框

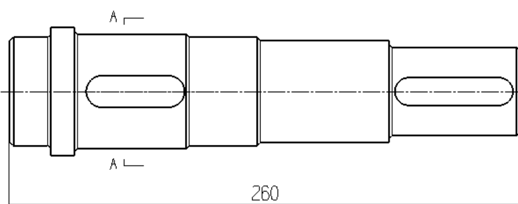


图 12-95 水平尺寸

9．标注竖直尺寸

（1）依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标，弹出如图 12-94 所示的“快速尺寸”对话框，在对话框的测量方法中选择竖直。

（2）选择好尺寸的两端后，在拖动尺寸的过程中单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单（如图 12-96）中选择“编辑”命令，再选择尺寸文本（如图 12-97），在弹出的“尺寸编辑栏”（如图 12-98）中左上角第一个选项中，选择双向公差，然后编辑上偏差为 0，下偏差为-0.043，公差小数位为 3。最后单击图 12-97 所示的“编辑”按钮，拖动尺寸到合适位置，单击鼠标左键，将竖直尺寸固定在鼠标指定的位置处，效果如图 12-99 所示。



图 12-96　快捷菜单

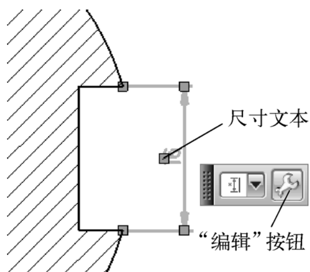


图 12-97　选择尺寸文本

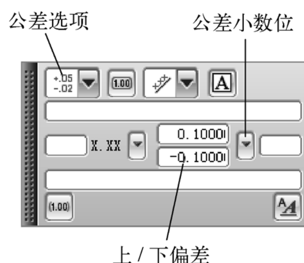


图 12-98　尺寸编辑栏

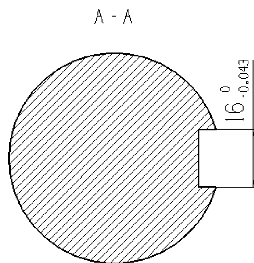


图 12-99　带公差的竖直尺寸

10．标注垂直尺寸

（1）依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标，弹出如图 12-94 所示的“快速尺寸”对话框，在对话框的测量方法中选择“垂直”。

（2）在图样的俯视图中，选择最右端的竖直直线，再选择键槽左端圆弧的最高点。拖动弹出的尺寸到合适位置处，单击鼠标左键，固定尺寸，效果如图 12-100 所示。

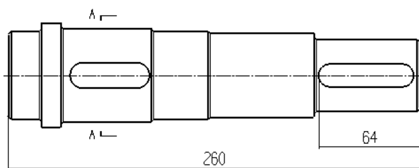


图 12-100　点到线的距离尺寸

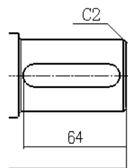


图 12-101　倒斜角尺寸

11．标注倒斜角

依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“倒斜角”图标，在图样的俯视图中，选择右上角的倒角线，拖动弹出的倒角尺寸到合适位置处，单击鼠标左键，固定尺寸，效果如图 12-101 所示。

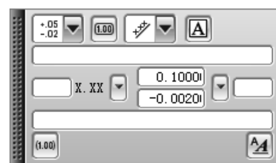


图 12-102　设置公差

12．标注圆柱形尺寸

（1）依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标，弹出如图 12-94 所示的“快速尺寸”对话框，在对话框的测量方法中选择“圆柱形”。按如图 12-102 所示设置公差值。

（2）在图样的俯视图中，选择第三段圆柱（从右向左数）的上下水平线，拖动圆柱形尺寸到合适位置处，单击鼠标左键，固定尺寸，效果如图 12-103 所示。

13．标注直径

（1）依次单击“主页”选项卡→“尺寸”组→“快速”图标，弹出如图 12-94 所示的

“快速尺寸”对话框，在对话框的测量方法中选择“直径”。按照如图 12-104 所示设置公差值。

（2）在图样的右视图中，选择中间圆，旋转直径尺寸到合适位置处，单击鼠标左键，固定尺寸，效果如图 12-105 所示。

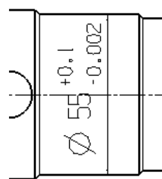


图 12-103　带公差的圆柱形尺寸

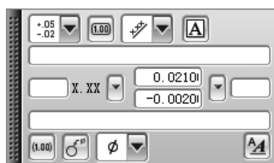


图 12-104　设置公差

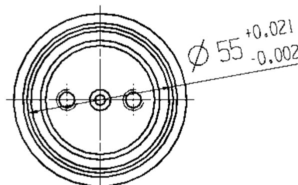


图 12-105　带公差的直径尺寸

工程图的整体效果如图 12-106 所示。

14．标注技术要求

依次单击“主页”选项卡→“注释”组→“注释”图标A，弹出如图 12-107 所示的“注释”对话框。然后在文本框中输入如图 12-107 所示的技术要求文本，拖动文本到合适位置处，单击鼠标左键，将文本固定在图样中，效果如图 12-108 所示。

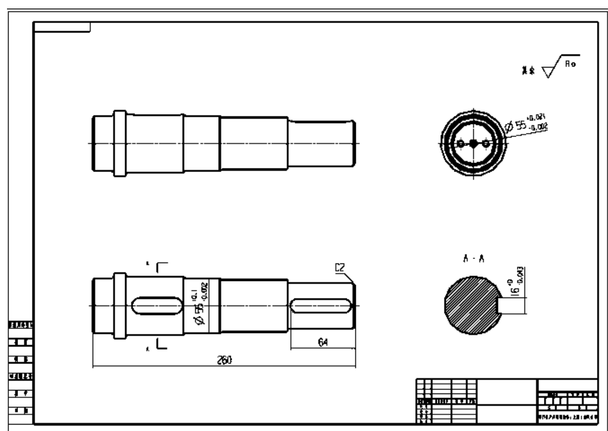


图 12-106　轴零件的工程图



图 12-107　“注释”对话框

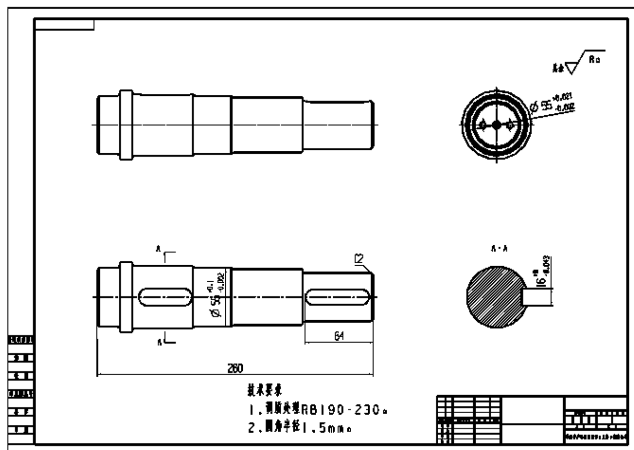


图 12-108　生成的技术要求文本

第 13 章

机 构 分 析

本章主要介绍机构的基本概念（如机构、机构自由度、运动副等的使用、机构工作环境的设置和机构参数预设置的方法）。

在用户创建运动分析对象后，若对创建对象感到不满意，可以在模型准备阶段对模型进行重新编辑和其他操作。模型准备阶段主要包括模型尺寸的编辑、运动对象的编辑、标记点和智能点的创建、封装和函数管理器的建立等几个部分。

完成模型准备后，可以利用运动分析模块对模型进行全面的运动分析。

13.1 机构分析基本概念

机构分析是 UG 里的一个特殊分析功能模块，该功能涉及很多特殊的概念和定义，本节将进行简要介绍。

13.1.1 机构的组成

1．构件

任何机器都是由许多零件组合而成的。这些零件中，有的是作为一个独立的运动单元体而运动的，有的由于结构和工艺上的需要而与其他零件刚性地连接在一起，作为一个整体而运动，这些刚性连接在一起的各个零件共同组成了一个独立的运动单元体。机器中每一个独立的运动单元体成为一个构件。

2．运动副

由构件组成机构时，需要以一定的方式把各个构件彼此连接起来，这种连接不是刚性连接，而是能产生某些相对运动。这种由两个构件组成的可动连接称为运动副，把两个构件上能够参加接触而构成运动副的表面称为运动副元素。

3．自由度和约束

设有任意两个构件，它们在没有构成运动副之前，两者之间有 6 个相对自由度（在正坐标系中三个运动和三个转动自由度）。若将两者以某种方式连接而构成运动副，则两者间的相对运动便受到一定的约束。

运动副常根据两个构件的接触情况进行分类。两个构件通过点或线接触而构成运动副统的称高副，通过面接触而构成运动副的称为低副。另外也有按移动方式分类的，如移动副、回转副、螺旋副、球面副等，移动方式分别为移动、转动、螺旋运动和球面运动。

13.1.2 机构自由度的计算

在机构创建过程中，每个自由构件将引入 6 个自由度，同时，运动副又给机构运动带来约束。常用运动副引入的约束数目如表 13-1 所示。

表 13-1　常用运动副的约束数

运动副类型	转动副	移动副	圆柱副	螺旋副	球副	平面副
约束数	5	5	4	1	3	3
运动副类型	齿轮副	齿轮齿条幅	缆绳副	万向联轴器	点线接触高副	曲线间接触高副
约束数	1	1	1	4	2	2

机构总自由度数可用以下计算式进行计算：

机构自由度总数=活动构件数×6－约束总数− 原动件独立输入运动数

13.2 仿真模型

同结构分析相似，仿真模型是在主模型的基础上创建的，两者之间存在密切联系。

（1）依次单击“应用模块”选项卡→“仿真”组→“运动”图标，进入运动分析模块。

（2）单击绘图窗口左侧的“运动导航器”图标，弹出“运动导航器”，如图 13-1 所示。

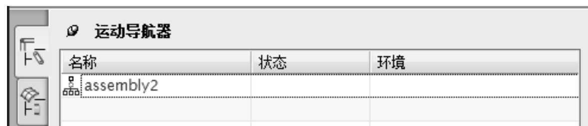


图 13-1　运动导航器

（3）右键单击运动导航器中的主模型名称，在弹出的快捷菜单中选择“新建仿真”命令，弹出如图 13-2 所示的“环境”对话框，单击“确定”按钮。

（4）弹出如图 13-3 所示的“机构运动副向导”对话框，单击“取消”按钮，创建默认名为“motion_1”的运动仿真文件。



图 13-2 “环境”对话框



图 13-3 “机构运动副向导”对话框

（5）右键单击该文件名，弹出如图 13-4 所示的快捷菜单，用户可以对仿真模型进行多项操作。快捷菜单中各命令的含义如下。

- 重命名：给运动分析方案分配一个新的名字，系统默认名称为 motion_1。
- 删除：删除一个运动分析方案。
- 克隆：克隆操作创建一个新的分析方案及其装配文件，该分析方案引用激活工作的分析方案和装配文件作为初始分析文件和装配文件。
- 新建连杆：在模型中创建连杆，通过“创建连杆”对话框可以为连杆赋予质量特性、转动惯量等，在第 14 章会详细介绍相关操作过程。
- 新建运动副：在模型中的接触连杆间定义运动副，包括旋转副、滑动副、球面副等。
- 新建连接器/载荷：为机构各连杆定义力学对象，包括标量力、力矩、矢量力、力矩和弹簧副、阻尼等。
- 新建标记：通过在连杆产生标记点，可方便地为分析结果产生该点接触力、位移、速度。
- 新建传动副：为模型中定义传动对，包括齿轮副、齿条副和线缆副。



图 13-4　快捷菜单

- 新建约束：为模型定义高低副，包括点线副、线线副和点面副。
- 环境：为运动分析定义解算器，包括运动学和动态两种解算器。
- 编辑表达式：修改模型中存在的表达式。
- 导出表达式：将当前仿真模型中的表达式修改值输出到主模型，对主模型进行修改。
- 信息：供用户查看仿真模型中的信息，包括运动连接信息和在 Scenario 模型修改表达式的信息。
- 导出：输出机构分析结果，以供其他系统调用。
- 运动分析：对设置好的仿真模型进行求解分析。
- 求解器：选择分析求解的运算器，包括 Recurdyn 和 Adams。

13.3　运动分析首选项

运动分析首选项控制运动分析中的各种显示参数，分析文件和后处理参数，它是进行机构分析前的重要准备工作。

选择“菜单”→“首选项”→“运动”命令，弹出如图 13-5 所示的“运动首选项”对话框。

（1）运动对象参数：控制显示何种运动分析对象以及显示形式。

- 名称显示：该选项控制在仿真模型中连杆及运动副的名称是否显示。
- 图标比例：该选项控制运动对象图标的显示比例，修改此参数会改变当前和以后创建的图标显示比例。
- 角度单位：确定角度单位是弧度还是度，默认选项为“度数”。
- 列出单位：单击该按钮，弹出“信息”窗口，如图 13-6 所示，显示当前运动分析中的单位制。



图 13-5 “运动首选项”对话框

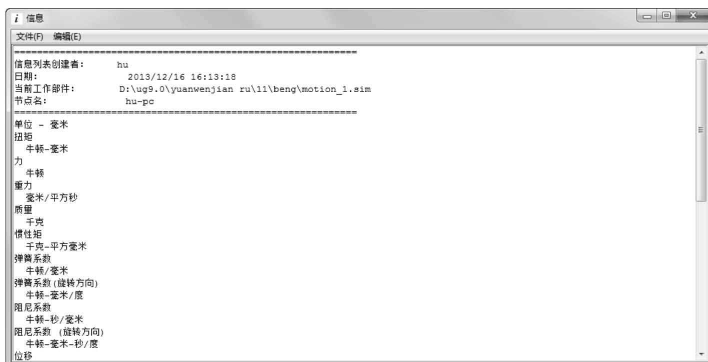


图 13-6 “信息”窗口

（2）分析文件的参数：控制对象的质量属性和重力常数两个参数。

- 质量属性：该选项控制解算器在求解时是否采用构件的质量特性。

- 重力常数：该选项控制重力常数 G 的大小，单击该按钮，弹出“全局重力系数”对话框。在采用 mm 单位中，重力加速度为−9806.65 mm/s^2（负号表示方向垂直向下）。

（3）求解器参数：控制运动分析中的积分方程和微分方程的求解精度，但是求解精度越高意味着对计算机的性能要求越高，耗费的时间也越长。这时就需要用户合理选择求解精度。单击此按钮，打开如图 13−7 所示的“求解器参数”对话框。



图 13−7 “求解器参数”对话框

- 最大步长：控制积分方程和微分方程的 d*x* 因子大小，d*x* 越小，求解的精度越高。
- 误差：控制求解结果和求解方程间的误差，误差越小，解算精度越高。
- 最大迭代次数：控制解算器的最大迭代次数，当解算器达到最大迭代次数时，即使迭代结果不收敛，解算器也停止迭代。

动力学分析和静态分析的最大解算器迭代选项意义同上。

（4）3D 接触方法：有两种方式定义构件间的接触方法，小平面和精确。

- 小平面：构件间以平面接触的形式表现，同时可以通过下方的滑杆控制接触精度。
- 精确：精确模拟构件间的接触情况。

（5）后处理参数：控制是否在动画中显示对象图标等。

对主模型进行追踪/爆炸：选中此复选框，表示将把运动分析方案中创建的跟踪或爆炸的对象输出到主模型中。

13.4 连杆及运动副

在运动分析中，连杆和运动副是组成构件最基本的要素，没有这两部分，机构就不可能运动。

13.4.1 连杆

在通常的机构学中，固定的部分称为机架。而在运动仿真分析模块中，固定的零件和发生运动的零件都统称为连杆。在创建连杆中，用户应注意一个几何对象只能创建一个连杆，而不能创建多个连杆。

选择“菜单”→“插入”→“链接”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连杆”组→“连杆”图标，打开如图 13−8 所示的“连杆”对话框。



图 13−8 “连杆”对话框

（1）连杆对象：选择几何体为连杆。

（2）质量和惯性：当在“质量属性选项”卷展栏的下拉列表框中选择“用户定义”选项时，该卷展栏可以为定义的杆件赋予质量并可使用点构造器定义杆件质心。

在定义惯性矩和惯性积前，必须先编辑坐标方向，也可以采用系统默认的坐标方向。惯性矩表达式为 $I_{XX}=\int_A x^2\mathrm{d}A$，$I_{YY}=\int_A y^2\mathrm{d}A$，$I_{ZZ}=\int_A z^2\mathrm{d}A$；惯性积表达式为 $I_{XY}=\int_A xy\mathrm{d}A$，$I_{XZ}=\int_A XZ\mathrm{d}A$，$I_{YZ}=\int_A YZ\mathrm{d}A$。

（3）初始平动速率：为连杆定义一个初始平移速度。

- 指定方向：为初始速度定义速度方向。
- 平均速度：用于重新设置构件的初始平移速度。

（4）初始转动速度：为连杆定义一个初始转动速度。

- 幅值，通过设置一个矢量作为角速度的旋转轴，然后在“旋转速度”文本框中输入角速度大小。
- 分量：通过输入初始角速度的各坐标分量大小来设置连杆的初始角速度大小。

（5）固定连杆：勾选此复选框，选择目标零件后即为固定连杆。

 注意：

若仅对机构进行运动分析，可不必为连杆赋予质量和惯性矩、惯性积参数。

13.4.2 运动副

运动副为连杆间定义的相对运动方式。不同运动副的创建对话框大致相同。

选择“菜单”→“插入”→“运动副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“运动副”图标，打开如图 13-9 所示的“运动副”对话框。

1．旋转副

（1）定义：用于设置运动副的类型和名称等。

- 啮合连杆：控制由不连接杆件组成的运动副在调用机构分析解算器时产生关联关系。
- 极限：控制转动副的相对转动范围，该选项只在基于位移的动态仿真中有效。同时注意在“上限”和“下限”文本框中分别输入旋转副的旋转范围数值。

（2）摩擦：为运动副提供摩擦选项，如图 13-10 所示。



图 13-9 “运动副”对话框

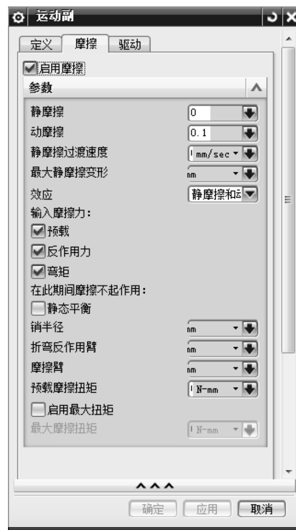


图 13-10 “摩擦”选项卡

（3）驱动：控制转动副是否为原动运动副，系统为原动运动副提供四种驱动运动规律，即恒定、简谐、函数和铰接运动驱动。

- “恒定”运动规律表达式为 $x+v*t+1/2*a*t^2$，其中，x、v、a、t 分别表示位移、速度、加速度和时间。在驱动类型下拉列表框中选择“恒定”，如图 13-11 所示。
- “简谐”运动规律表达式为 $A*\sin(\omega*t+\phi)+B$，其中，A、ω、ϕ、B、t 分别表示幅值、角频率、相位角、角位移和时间。在驱动类型下拉列表框中选择“简谐”，如图 13-12 所示。

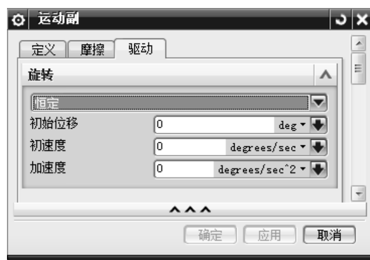


图 13-11 “恒定”旋转



图 13-12 “简谐”旋转

- “函数”由用户通过函数编辑器自定义一个表达式，在驱动类型下拉列表框中选择“函数”，如图 13-13 所示。
- 单击图 13-13 所示对话框中“函数”右侧的下拉按钮并在下拉列表中选择“函数管理器”，弹出“XY 函数管理器”对话框，如图 13-14 所示。



图 13-13 “函数”对话框



图 13-14 函数管理器

- “铰接运动驱动”选项用于设置基于位移的动态仿真。该运动规律选项可以设置转动副具有独立时间的运动。

2．滑块

“滑块”操作对话框和“旋转副”操作对话框相同，各选项的意义也相似，这里就不详述了。

3．柱面副

柱面副包括沿某一轴的移动副和旋转副两种传动形式，其操作对话框与上述操作对话框相比没有了“极限”和“运动驱动”选项，其他选项相同。

4．螺旋副

组成螺旋副的两个杆件沿某轴做相对移动和相对转动运动，两者间只有一个独立运动参数，但实际上不可能依靠该副单独为两个连杆生成 5 个约束，因此要达到施加 5 个约束的效

果，应将螺旋副和柱面副结合起来使用。首先为两个连杆定义一个柱面副，再定义一个螺旋副，两者结合起来，才能为组成螺旋副的两个连杆定义 5 个约束。在螺旋副中，螺旋模数比表示输入螺旋副的螺距，其单位与主模型文件所采用的单位相同。若定义螺距为正，则第一个连杆相对于第二个连杆正向移动，若定义螺距为负，则反之。

5．万向节副

万向节副用于将轴线不重合的两个回转构件连接起来，对话框如图 13-15 所示。万向节的创建模型图标如图 13-16 所示。



图 13-15 “万向节副”类型

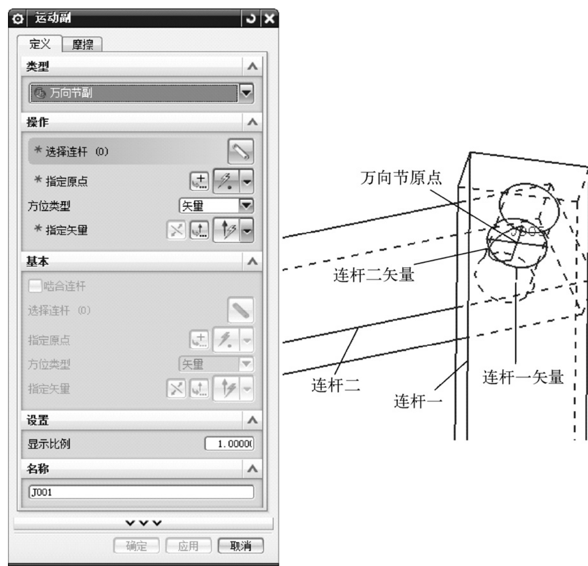


图 13-16 万向节

6．球面副

组成球形副的两个连杆具有三个分别绕 x，y，z 轴相对旋转的自由度。组成球面副的两个连杆的坐标系原点必重合。球面副的创建模型如图 13-17 所示。



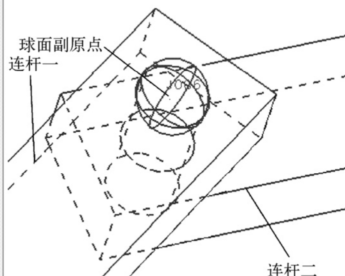


图 13-17 “球面副”类型

7．平面副

平面副用于创建两个连杆的平面相对运动，包括在平面内的沿两轴向的相对移动和相对平面法向的相对转动。平面副创建模型如图 13-18 所示，平面矢量 z 轴垂直于相对移动和旋转平面。

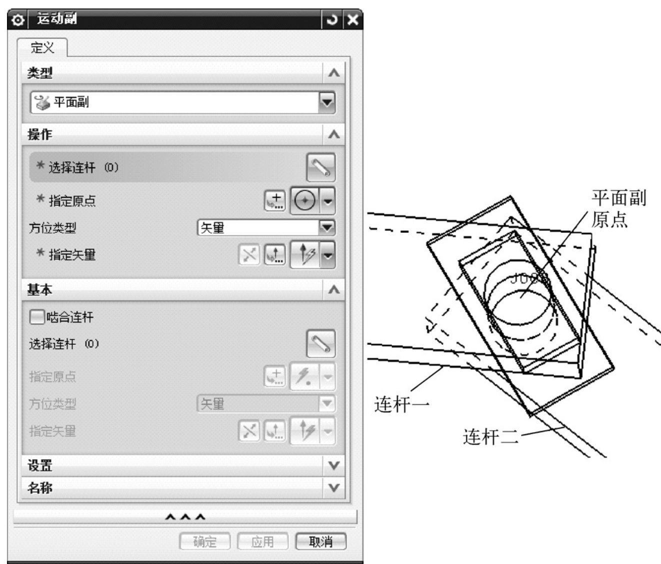


图 13-18 “平面副”类型

8．固定副

在连杆间创建一个固定连接副，相当于以刚性连接两个连杆，两个连杆间无相对运动。

13.4.3 齿轮齿条副

齿轮齿条副模拟齿轮与齿条间的啮合运动，在该副中，齿轮相对于齿条做相对移动和相对转动运动。创建齿轮齿条副之前，应先定义一个滑动副和一个旋转副，然后创建齿轮副。

（1）选择“菜单”→“插入”→“传动副”→“齿轮齿条副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“传动副”组→“齿轮齿条副”图标，弹出如图 13-19 所示的“齿轮齿条副”对话框。

（2）选择已创建的滑动副、转动副和接触点。

（3）系统能自动给定比率参数，用户也可以直接设置比率值，然后由系统给出接触点位置。

（4）单击“确定”按钮，如图 13-20 所示为齿轮齿条副示意图，由一个与机架连接的滑动副和一个与机架连接的具有驱动能力的转动副组成。



图 13-19 “齿轮齿条副”对话框

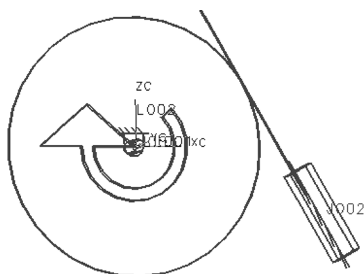


图 13-20 齿轮齿条副

“比率（销半径）”参数等效于齿轮的节圆半径，即齿轮中心到接触点间距离。

13.4.4 齿轮副

齿轮副用来模拟一对齿轮的啮合传动，在创建齿轮副之前，应先定义两个转动副。齿轮副可以通过为旋转副定义驱动或极限来设置驱动或运动极限范围。

（1）选择“菜单”→“插入”→“传动副”→“齿轮副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“传动副”组→“齿轮”图标，弹出如图 13-21 所示的“齿轮副”对话框。

（2）依次选择两个转动副和接触点。

（3）系统由接触点自动给出比率值，用户也可以先设置比率值，然后由系统给出接触点位置。

（4）单击“确定”按钮，如图 13-22 所示为由一个带驱动旋转副和一个普通旋转副组成的齿轮副。



图 13-21 “齿轮副”对话框

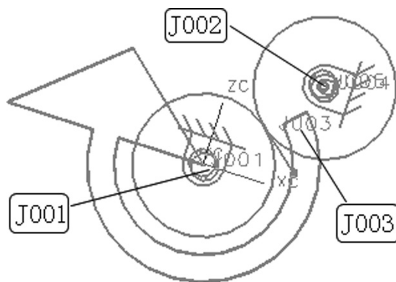


图 13-22 齿轮副

“比率”为两个齿轮节圆半径比值。

13.4.5 线缆副

线缆副使两个滑动副产生关联关系。在创建线缆副之前，应先定义两个移动副。线缆副可以通过定义其中一个滑动副的驱动或极限来设置线缆副的驱动或运动极限范围。

（1）选择“菜单”→“插入”→“线缆副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“传动副”组→“线缆副”图标，弹出如图 13-23 所示的“线缆副”对话框。

（2）首先选择连杆，然后选择接触副。

（3）选择线，接受系统默认的显示比例和名称。

（4）单击“确定”按钮，生成如图 13-24 所示的线缆接触副。



图 13-23 “线缆副”对话框

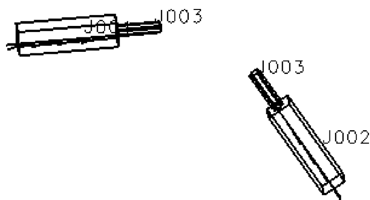


图 13-24 线缆副

“比率”表示第一个滑动副相对于第二个滑动副的传动比，正值表示两滑动副滑动方向相同，负值表示两滑动副滑动方向相反。

如图 13-24 所示为两个滑动副组成的线缆副。

13.4.6 点线接触副

点线接触副允许在两个连杆间具有四个运动自由度。

（1）选择“菜单”→“插入”→“约束”→“点在线上副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“点在线上副”图标，打开如图 13-25 所示的“点在线上副”对话框。

（2）首先选择连杆，然后选择接触点。

（3）选择线，接受系统默认的显示比例和名称。

（4）单击“确定”按钮，生成如图 13-26 所示的点线接触副。



图 13-25 “点在线上副”对话框

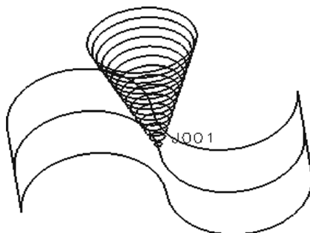


图 13-26 点线接触副

13.4.7 线线接触副

线线接触副常用来模拟凸轮运动关系。在线线接触副中，两个构件共有四个自由度。接触副中的两条曲线不但要保持接触还要保持相切。

（1）选择“菜单”→“插入”→“约束”→“线在线上副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“线在线上副”图标，打开如图 13-27 所示的“线在线上副”对话框。

（2）首先选择连杆，然后选择接触副。

（3）选择线，接受系统默认的显示比例和名称。

（4）单击“确定”按钮，生成如图 13-28 所示的线线接触副。



图 13-27 “线在线上副”对话框



图 13-28 线线接触副

13.4.8 点面副

点面副允许两个构件间有五个自由度（点在面上的两个移动自由度和绕自身轴的三个旋转自由度）。

（1）选择“菜单”→“插入”→“约束”→“点在面上副”命令，或依次单击“主页”选项卡→“约束”组→“点在曲面上”图标，打开如图 13-29 所示的“点在曲面上”对话框。

（2）选择连杆，然后选择点和面。

（3）接受系统默认的显示比例和名称。

（4）单击“确定”按钮，生成如图 13-30 所示的点面副。



图 13-29 “点在曲面上”对话框

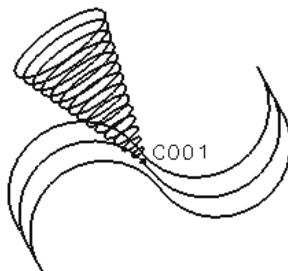


图 13-30 点面副

13.5 连接器和载荷

在机构分析中可以在两个连杆间添加载荷，用于模拟构件间的弹簧、阻尼、力或力矩等。在连杆间添加的载荷不会影响机构的运动分析，仅用于动力学分析中求解作用力和反作用力。在系统中常用的载荷包括弹簧、阻尼、力、力矩、弹性衬套、接触副等。

13.5.1 弹簧

弹簧力是位移和刚度的函数。弹簧在自由长度时，处于完全松弛状态，弹簧力为零，当弹簧伸长或缩短后，产生一个正比于位移的力。

（1）选择“菜单”→“插入”→“连接器”→“弹簧”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接器”组→“弹簧”图标，打开如图 13-31 所示的“弹簧”对话框。

（2）依次在屏幕中选择连杆一、原点一、连杆二和原点二，如果弹簧与机架连接，则可不选连杆二。

（3）根据需要设置“弹簧刚度”参数及弹簧名称，系统默认的弹簧名称为 S001。



图 13-31 “弹簧”对话框

13.5.2 阻尼

阻尼是一个耗能组件，阻尼力是运动物体速度的函数，作用方向与物体的运动方向相反，对物体的运动起反作用。阻尼一般将连杆的机械能转化为热能或其他形式的能量。同弹簧相似，阻尼也提供拉伸阻尼和扭转阻尼两种形式的元件。阻尼元件可添加在两个连杆间或运动副中。

选择“菜单”→“插入”→“连接器”→“阻尼器”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接器”组→“阻尼器”图标，打开如图 13-32 所示的“阻尼器”对话框。



图 13-32 “阻尼器”对话框

添加阻尼的操作步骤和弹簧相似。用户根据需要设置阻尼系数及阻尼名称。

13.5.3 标量力

标量力是一种施加在两个连杆间的已知力，标量力的作用方向是从连杆一的一个指定点指向连杆二的一点。由此可知，标量力的方向与相应的连杆相关联，当连杆运动时，标量力的方向也不断变化。标量力的大小可以根据用户需要设置为常数，也可以给出一个函数表达式，系统默认的名称为 F001。

（1）选择“菜单”→“插入”→“载荷”→“标量力”命令，或依次单击“主页”选项卡→“加载”组→“标量力”图标，弹出如图 13-33 所示的“标量力”对话框。

（2）依据选择步骤在屏幕中选择第一连杆。

（3）选择标量力起点，选择第二连杆，选择标量力终点（标量力方向由起点指向终点）。

（4）设置“幅值”参数。

（5）单击“确定”按钮，完成标量力创建操作。



图 13-33 “标量力”对话框

13.5.4 矢量力

矢量力与标量力不同，它不光具有一定大小，而且在用户选定的一个坐标系中保持方向不变。

（1）选择“菜单”→“插入”→“载荷”→“矢量力”命令，或依次单击“主页”选项卡→“加载”组→“矢量力”图标，打开如图 13-34 所示的“矢量力”对话框。



图 13-34 “矢量力”对话框

（2）用户根据需要可以为矢量力定义不同的力坐标系。在绝对坐标系中，用户应分别给定三个力分量，可以是给定常值，也可以给定函数值。

（3）在用户定义坐标系中，用户须给定力方向。系统默认的力名称为 G001。

13.5.5 标量扭矩

标量扭矩只能添加在已存在的旋转副上，大小可以是常数或函数值。正扭矩表示绕旋转轴正 *Z* 轴旋转，负扭矩与之相反。

（1）选择“菜单”→“插入”→“载荷”→“标量扭矩”命令，或依次单击“主页”选项卡→“加载”组→“标量扭矩”图标，打开如图 13-35 所示的“标量扭矩”对话框。

（2）用户为扭矩输入值，系统默认的标量扭矩名称为 T001。



图 13-35 “标量扭矩”对话框

13.5.6 矢量扭矩

矢量扭矩与标量扭矩的主要区别是旋转轴的定义，标量扭矩必须施加在旋转副上，而矢量扭矩则是施加在连杆上的，其旋转轴可以是用户自定义坐标系的 *Z* 轴或绝对坐标系的一个或多个轴线。

（1）选择“菜单”→“插入”→“载荷”→“矢量扭矩”命令，或依次单击“主页”选项卡→“加载”组→“矢量扭矩”图标，弹出如图 13-36 所示的“矢量扭矩”对话框。



图 13-36 “矢量扭矩”对话框

（2）选择连杆，选择原点。

（3）单击“指定方位”按钮，选择合适的方位。

（4）设置“分量”参数。

（5）系统默认的矢量扭矩为 G001。

13.5.7 弹性衬套

弹性衬套是用来定义两个连杆之间弹性关系的对象。有两种类型的弹性衬套供用户选择，

圆柱形弹性连接和一般弹性连接。圆柱形弹性连接须对径向、纵向、锥形和扭转四种不同运动类型分别定义刚度和阻尼两个参数，常用于由对称和均质材料构成的弹性衬套。

常规弹性连接衬套须对六个不同的自由度（三个平动自由度和三个旋转自由度）分别定义刚度、阻尼和预装入 3 个参数。

“预装入”参数表示在系统进行运动仿真前，载入的作用力或作用力矩。

（1）选择“菜单”→“插入”→“连接器”→“衬套”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接器”组→“衬套”图标，弹出如图 13-37 所示的“衬套”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“圆柱”选项。根据“选择步骤”在屏幕中依次选择第一连杆、第一原点、第一方位、第二连杆、第二原点、第二方位。

（3）完成以上设置后，单击“系数”标签，如图 13-38 所示，设置参数选项，用户可以直接输入参数值。

（4）单击“确定”按钮，创建如图 13-39 所示弹性衬套。系统默认的衬套名称为 G001。



图 13-37 “衬套”对话框



图 13-38 “常规弹性衬套”对话框

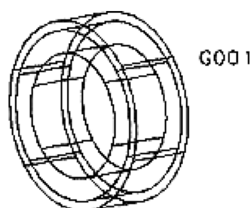


图 13-39 弹性衬套

13.5.8 2D 接触

2D 接触用于定义组成曲线接触副间两个杆件的接触力，通常用来表达两个杆件间的弹性或非弹性冲击。

选择“菜单”→“插入”→“连接器”→“2D 接触”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接器”组→“2D 接触”图标，弹出如图 13-40 所示的“2D 接触”对话框。

在选择平面曲线的过程中，若选择的曲线为封闭曲线，则激活反向材料侧选项。该选项用来确定实体在曲线外侧还是内侧。

在“2D 接触”对话框中，大部分参数同 3D 接触中的参数相同，最多接触点数表示两接触曲

线最大点数目，取值范围在 1～32 之间，当取值为 1 时，系统定义曲线接触区域中点为接触点。

13.5.9 3D 接触

3D 接触副通常用来建立连杆之间的接触类型，可描述连杆间的碰撞或连杆间的支撑状况。

选择“菜单”→“插入”→“连接器”→“ 3D 接触”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接器”组→“3D 接触”图标，弹出如图 13-41 所示的“3D 接触”对话框。



图 13-40 “2D 接触”对话框



图 13-41 “3D 接触”对话框

（1）刚度：刚度用来描述材料抵抗变形的能力，不同材料具有不同的刚度。

（2）刚度指数：定义输入变形特征指数，当接触变硬时选择大于 1 的数，变软时选择小于 1 的数。对于钢，通常选择 1～8.3 之间的数。

（3）材料阻尼：定义材料最大的粘性阻尼，根据材料的不同定义不同的取值，通常，取值范围在 1～1000 之间，一般可取刚度的 0.1%，对于钢，通常选择 100。

对于有相对摩擦的杆件，根据两者间是否有相对运动，分别设置以下参数。

（4）静摩擦系数：取值范围在 0～1 之间，材料钢与钢之间取 0.08 左右。

（5）静摩擦速度：与静摩擦系数相关的滑动速度，该值一般取 0.1 左右。

（6）动摩擦系数：取值范围在 0～1 之间，材料钢与钢之间取 0.05 左右。

（7）动摩擦速度：与动摩擦系数相关的滑动速度。

对于不考虑摩擦的运动分析情况，可在“库仑摩擦”选项中设置“关”。3D 接触副的默认名称为 G001。

13.6 模型编辑

13.6.1 主模型尺寸编辑

主模型和运动仿真模型之间具有关联性，当用户对主模型进行修改时，会直接影响运动仿真模型。但用户对运动仿真模型进行修改不能直接影响到主模型，须进行输出表达式操作

才能达到编辑主模型的目的。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“主模型尺寸”命令，或依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“主模型尺寸”图标，打开如图 13-42 所示的“编辑尺寸”对话框。

（2）在“编辑尺寸”对话框的列表框中选择需要编辑的特征，在“特征表达式”选项组中选择“描述”单选按钮，如图 13-2 所示。

（3）选择要编辑的特征，在如图 13-42 所示对话框下部的文本框中输入新值。

（4）单击“用于何处”按钮，弹出如图 13-43 所示的“信息”窗口。



图 13-42 “编辑尺寸”对话框



图 13-43 “信息”窗口

（5）按〈Enter〉键，单击“确定”按钮，完成对模型尺寸的编辑操作。

如图 13-42 所示，“编辑尺寸”对话框上部的列表框中列出了模型包含的各项特征。中间部分通过尺寸描述特征，有两种表达方式：一是通过表达式，分别给出特征名称、尺寸代号和尺寸大小；二是通过描述，直接给出尺寸形式和大小，后者更直观，而前者内容比较详细。

13.6.2 编辑运动对象

编辑运动对象可以对已创建的机构对象进行编辑，如对连杆、运动副、力类对象、标记和约束进行编辑。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“运动对象”命令，打开如图 13-44 所示的“类选择”对话框。

（2）用户可以直接在屏幕中选择需要编辑的对象。

（3）在屏幕中直接选择要编辑的对象，打开原来生成该对象的操作对话框。

（4）用户根据需要重新对其进行编辑操作，单击“确定”按钮完成编辑运动对象的操作。



图 13-44 “类选择”对话框

13.7 标记和智能点

标记和智能点一般和运动机构分析结果相联系，例如，在机构模型中希望得到一点的运动位移、速度等分析结果，则在进行分析解算前通过标记或智能点确定用户关心的点，分析

解算后可获取标记或智能点所在位置的机构分析结果。

13.7.1 标记

与智能点相比，标记点功能更加强大。在创建标记点时应当注意标记点始终是与连杆相关的，且必须为其定义方向。标记的方向特性在复杂的动力学分析中特别有用，例如分析一些与杆件相关的矢量结果问题——角速度、角加速度等。标记系统默认名称是A001。

（1）选择“菜单”→“插入”→“标记”命令，或依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“标记”图标，打开如图13-45所示的“标记”对话框。



图13-45 “标记”对话框

（2）用户可以通过直接在屏幕中选择连杆对象，或在弹出的点坐标对话框中输入坐标值生成标记点。

（3）在后续的指定方位步骤中，用户根据需要调整标记点的坐标方位，完成标记点方向的定义。

（4）单击“确定”按钮，完成标记创建操作。

13.7.2 智能点

智能点是没有方向的点，只作为空间的一个点创建且不与连杆相关联，这是与标记最大的区别。智能点系统默认名称是Me001。

（1）选择“菜单”→“插入”→“智能点”命令，或依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“智能点”图标，打开“点”对话框，如图13-46所示。

（2）根据“点”对话框在屏幕中选择用户需要的点（可以连续选择多个点）。

（3）单击“确定”按钮，完成智能点的创建。



图13-46 “点”对话框

13.8 封装

封装是用来收集用户感兴趣的一组工具。封装有三项功能：测量、跟踪和干涉检查，分别可以用来测量机构中目标对象间的距离关系；跟踪机构中目标对象的运动；确定机构中目标对象是否发生干涉。

13.8.1 测量

测量功能用来测量机构中目标对象的距离或角度，并可以建立安全区域，若测量结果与定义的安全区域有冲突，则系统会发出警告。

选择“菜单”→“工具”→“封装”→“测量”命令，或依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“测量”图标，弹出如图13-47所示的“测量”对话框。

（1）阈值：设置两个连杆间的距离。系统每做一步运动都会比较测量距离和设置的距离，若与测量条件相矛盾，则系统会给出提示信息。



图 13-47 “测量”对话框

（2）测量条件：该下拉列表中包含“大于”“小于”和“等于”三个选项。

13.8.2 追踪

追踪功能用来生成每一分析步骤处目标对象的一个复制对象。

选择“菜单”→“工具”→“封装”→“追踪”命令，或依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“追踪”图标，弹出如图 13-48 所示的“追踪”对话框。

“追踪”对话框中部分选项的功能如下。

（1）目标层：用来指定放置复制对象的层。

（2）参考框：用来指定跟踪对象的参考框架，当在绝对参考框架中时，表示被跟踪对象作为机构正常运动范围的一部分进行定位和复制；当在相对参考框架中时，系统会生成相对于参考对象的跟踪对象。



图 13-48 “追踪”对话框

13.8.3 干涉

干涉主要用于比较在机构运动过程中是否发生重叠现象。

选择“菜单”→“工具”→“封装”→“干涉”命令，或依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“干涉”图标，打开如图 13-49 所示的“干涉”对话框。



图 13-49 “干涉”对话框

（1）类型：当机构发生干涉时，系统可以根据用户选择产生高亮显示和创建实体两种动作。当选择高亮显示时，若发生干涉，则会高亮显示干涉连杆，同时在状态行给出提示信息。当选择创建实体时，若发生干涉，则系统会生成一个相交实体，描述干涉发生的体积。

（2）参考框：参考框包括绝对和相对两个选项。当选择绝对参考帧时，重叠体定位于干涉发生处，当选择相对参考帧时，重叠体定位于干涉连杆上。用户可以通过相对参考帧将重叠体和连杆进行布尔减操作，达到消除干涉现象的目的。

13.9 解算方案的创建和求解

当用户完成连杆、运动副和驱动等条件的设立后，即可以进入解算方案的创建和求解，进行运动的仿真分析步骤。

13.9.1 解算方案的创建

解算方案包括定义分析类型、解算方案类型，以及特定的传动副驱动类型等。用户可以根据需求对同一组连杆、运动副定义不同的解算方案。

选择“菜单”→“插入”→“解算方案”命令，或依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“解算”图标，弹出如图 13-50 所示的“解算方案”对话框。



图 13-50 “解算方案”对话框

对几种解算方案的简介如下。

（1）常规驱动：这种解算方案包括动力学分析和静力平衡分析，通过用户设置的时间和步数，在此范围内进行仿真分析解算。

（2）铰链运动驱动：在求解的后续阶段，通过用户设置的传动副及步长进行仿真分析。

（3）电子表格驱动：用户通过 Excel 电子表格列出传动副的运动关系，系统根据输入电子表格进行运动仿真分析。

与求解器相关的参数基本保持默认设置，系统默认的解算方案名称为 Solution_1。

13.9.2 求解

完成解算方案的设置后，进入系统求解阶段。对于不同的解算方案，求解方式不同。常规解算方案为，系统直接完成求解，用户在运动分析的工具条中完成运动仿真分析的后置处理。铰链运动驱动和电子表格驱动方案，需要用户设置传动副，定义步长和输入电子表格完成仿真分析。

13.10 运动分析

运动分析模块可用多种方式输出机构分析结果，如基于时间的动态仿真、基于位移的动态仿真、输出动态仿真的图像文件、输出机构分析结果的数据文件、用线图表示机构分析结

果，以及用电子表格输出机构分析结果等。每种输出方式都可以输出各类数据。例如，用线图输出位移图、速度或加速度图等，输出构件上标记的运动规律图，运动副上的作用力图。利用机构模块，还可以计算构件的支承反力、动态仿真构件的受力情况。

本节主要对运动分析模块各功能作比较详细的介绍。

13.10.1 动画

动画是基于时间的机构动态仿真，包括静力平衡分析和静力/动力分析两类仿真分析。静力平衡分析将模型移动到平衡位置，并输出运动副上的反作用力。

选择“菜单”→“分析”→“运动”→“动画”命令，或依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“仿真”库→“动画”图标，打开如图 13-51 所示的“动画”对话框。



图 13-51 “动画”对话框

“动画”对话框中部分选项的功能如下。

（1）滑动模式：包括“时间（秒）”和“步数”两个选项，时间表示动画以时间为单位进行播放，步数表示动画以步数为单位一步一步进行连续播放。

（2）动画延时：当动画播放速度过快时，可以设置动画每两个帧之间的间隔时间，最长延迟时间是 1s。

（3）播放模式：系统提供三种播放模式，包括播放一次、循环播放和返回播放。

（4）设计位置：表示机构各连杆在进入仿真分析前所处的位置。

（5）装配位置：表示机构各连杆按运动副设置的连接关系所处的位置。

（6）封装选项：如果用户在封装操作中设置了测量、跟踪或干涉，则激活封装选项。

- 测量：若勾选此复选框，则在动态仿真时，根据封装对话框中所设置的最小距离或角度计算所选对象在各帧位置的最小距离。
- 追踪：勾选此复选框后，在动态仿真时，根据封装对话框所设置的跟踪，对所选构件或整个机构进行运动跟踪。
- 干涉：勾选此复选框后，根据封装对话框所设置的干涉，对所选的连杆进行干涉检查。
- 事件发生时停止：勾选此复选框，表示在进行分析和仿真时，如果发生测量的最小距离小于安全距离或发生干涉现象，则系统停止进行分析和仿真，并会弹出提示信息。

（7）追踪整个机构和爆炸机构：该选项根据封装对话框中的设置，对整个机构或其中某个连杆进行跟踪等，包括跟踪当前位置、跟踪整个机构和机构爆炸图。跟踪当前位置将封装设置中选择的对象复制到当前位置；跟踪整个机构将跟踪整个机构所有连杆的运动到当前位置；爆炸视图用来创建，保存做铰链运动时的各个任意位置的爆炸视图。

（8）更新设计位置：将机构所有连杆变换到显示位置。

13.10.2 生成图表

生成图表，当用户通过前面的动画或铰链运动对模型进行仿真分析后，用户还可以采用生成图表方式输出机构的分析结果。

选择“菜单”→“分析”→“运动”→“图标”命令，或依次单击“分析”选项卡→“分析”组→“仿真”库→“作图”图标，打开如图 13-52 所示的“图表”对话框。

“图表”对话框中部分选项的功能如下。

（1）运动模型：显示机构中的运动副和力类对象等名称，用户从中选择分析对象。

- 请求：通过下拉列表为生成图表的 y 轴选择参数，下拉列表中包括“位移”“速度”“加速度”和“力”。
- 分量：由于 y 轴参数都是矢量，用户可以通过下拉列表为图表 y 轴参数设置值。在下拉列表中，“幅值”和“角度幅值”表示参数是各分量的合成量，x，y，z 和欧拉角度 1、欧拉角度 2、欧拉角度 3 分别表示所选参数沿坐标轴的三个水平分量或转动分量。
- 相对：表示以机构作用设置参考对象。
- 绝对：表示以绝对坐标系设置参考对象。

（2）轴定义：当在运动对象中选择用户分析对象后，在“y 轴定义”中单击按钮，则在定义曲线中出现分析对象，若要删除，则在定义曲线中选中该分析对象，单击按钮。当单击按钮时，弹出“信息”窗口，显示所选分析对象的相关信息，如图 13-53 所示。



图 13-52 “图表”对话框

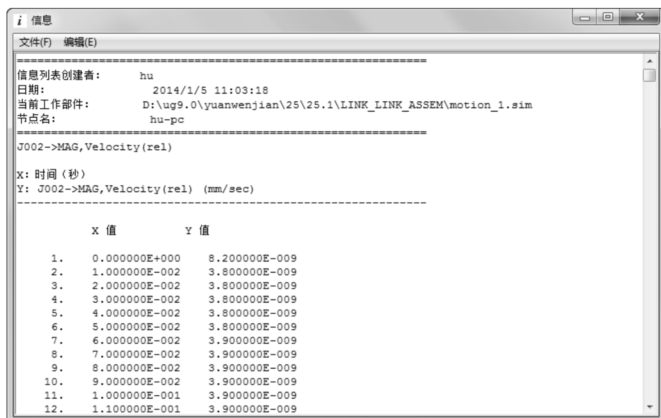


图 13-53 “信息”窗口

（3）设置：系统提供两种图表，一种是 NX 格式的，另一种是 Excel 电子表格，用户可以根据自身要求选取。

13.10.3 运行电子表格

当机构进行动画或铰链传动时，若用户选择用电子表格输出数据，则可通过运行电子表

格中的数据来驱动机构，进行仿真分析。具体操作过程将通过后面的实例进行介绍。

13.10.4 载荷传递

载荷传递是系统根据基于对某特定连杆的反作用力来定义加载方案的功能，该反作用力是通过对特定构件进行动态平衡计算得来的。用户可以根据需要将该加载方案由机构分析模块输出到有限元分析模块，或对构件的受力情况进行动态仿真。

（1）选择“菜单”→“分析”→“运动”→“载荷传递”命令，或依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“载荷传递”图标，打开如图 13-54 所示的“载荷传递”对话框。

（2）单击“选择连杆”按钮，在屏幕中选择受载连杆。

（3）单击“播放”按钮，系统生成如图 13-55 所示反映仿真中每步对应的载荷数据的电子表格。

通过电子表格，用户可以查看连杆在每一步的受力情况，也可以使用电子表格的图表功能编辑连杆在整个仿真过程中的受力曲线。



图 13-54 “载荷传递”对话框

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1					载荷分析部件=L001				
2		J001_i_FX	J001_i_FY	J001_i_FZ	J001_i_FM	J001_i_TX	J001_i_TY	J001_i_TZ	J001_i_TM
3	0	33.006	0.000	789.260	**789.950**	11839.526	0.000	-491.354	########
4	1	30.006	0.000	796.515	**797.080**	11947.598	0.000	-446.802	########
5	2	28.877	0.000	803.278	**803.797**	12048.335	0.000	-430.300	########
6	3	29.303	0.000	809.808	**810.338**	12145.609	0.000	-437.121	########
7	4	31.233	0.000	815.843	**816.441**	12235.498	0.000	-466.473	########
8	5	34.504	0.000	821.310	**822.034**	12316.913	0.000	-515.921	########
9	6	39.087	0.000	825.862	**826.786**	12384.703	0.000	-584.981	########
10	7	44.387	0.000	830.260	**831.446**	12450.188	0.000	-664.790	########
11	8	50.769	0.000	833.343	**834.888**	12496.059	0.000	-760.751	########
12	9	57.284	0.000	836.681	**838.640**	12545.730	0.000	-858.722	########
13	10	63.974	0.000	839.883	**842.316**	12593.365	0.000	-959.301	########
14	11	70.791	0.000	842.755	**845.723**	12636.068	0.000	-1061.753	########
15	12	77.647	0.000	845.205	**848.764**	12672.477	0.000	-1164.781	########
16	13	84.447	0.000	847.197	**851.395**	12702.052	0.000	-1266.919	########
17	14	91.093	0.000	848.724	**853.598**	12724.707	0.000	-1366.739	########

图 13-55 电子表格

（4）在“载荷传递”对话框中，用户可以根据自身需要创建连杆加载方案。

13.11 综合实例——落地扇运动仿真

本节将讲解普通落地扇的运动仿真。落地扇通常由电动机的转轴直接带动叶片旋转，之间没有任何齿轮、传动带等，因此比较容易创建运动仿真。



光盘\视频教学\第13章\落地扇的运动仿真.avi


操作步骤

1．运动要求及分析思路

除电动机带动叶片旋转外，落地扇通常还有一个可以控制风扇摆头的按钮。本例假设开启风扇摆头的按钮，其中，风扇摆头的主动力依然是电动机，具体分析思路如下。

（1）连杆的划分。落地扇的部件从摆动轴以下都是固定不动的，头部一共是 14 个零件。相对固定的零件可以并为一个连杆，一共需要创建 6 个连杆，如图 13-56 所示。

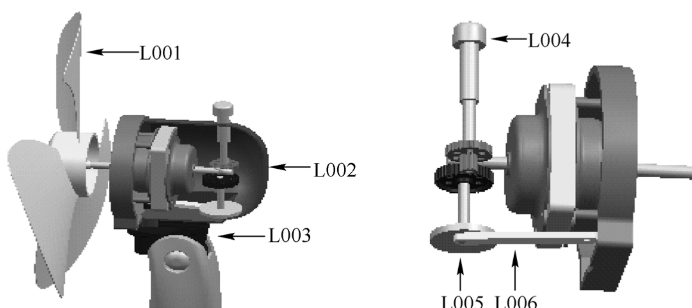


图 13-56　划分连杆

（2）运动副的划分。根据各部件规定的动作给出对应的运动副，其中大部分连杆都需要啮合风扇的外壳。

- L001 由电动机驱动，为旋转副，为了伴随风扇摆动，需要啮合 L002。
- L002 为摆动的主支持，为旋转副。
- L003 须固定，为固定副。
- L004、L005 为旋转副，伴随外壳一起摆动。
- L006 为摆动的关键部件，它需要连接 L002 和 L003，在两端都需要创建旋转副。

（3）运动的传动。落地扇通过高速旋转的电动机得到风扇周期性的摆动，期间经过了 3 次传动，需要创建的传动副如下。

- L004 和 L001 之间需要创建齿轮，且为涡轮蜗杆形式，传动比为 0.1。
- L005 和 L004 之间需要创建齿轮，传动比为 0.3。
- L006 和 L007 之间为普通的运动副。

2．创建连杆

落地扇固定不动的部件可以不用设置为连杆，最终一共需要创建 6 个连杆，具体的步骤如下。

（1）启动 UG NX 9.0，打开随书光盘 Motion /chapter11/11.3/dfs.prt，落地扇模型如图 13-57 所示。

（2）依次单击“应用模块”选项卡→“仿真”组→“运动”图标，进入运动仿真界面。

（3）在资源导航器中选择“运动导航器”，右击运动仿真图标 dfs，选择“新建仿真”命令。

（4）选择“新建仿真”命令后，软件自动打开“环境”对话框，如图 13-58 所示。单击“确定”按钮，保持各参数默认值，激活运动工具栏。

（5）依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“连杆”图标，打开“连杆”对话框，如图 13-59 所示。



图 13-57　落地扇



图 13-58　“环境”对话框



图 13-59　“连杆”对话框

（6）在视图区选择叶片为连杆 L001，如图 13-60 所示。

（7）单击“连杆”对话框的“应用”按钮，完成连杆 L001 的创建。

（8）在视图区选择外壳、电动机为连杆 L002，如图 13-61 所示。

（9）单击“连杆”对话框的“应用”按钮，完成连杆 L002 的创建。

（10）在视图区选择支柱为连杆 L003，如图 13-62 所示。

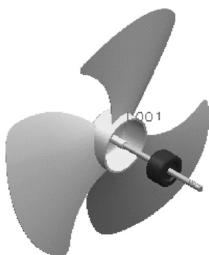


图 13-60　创建连杆 L001

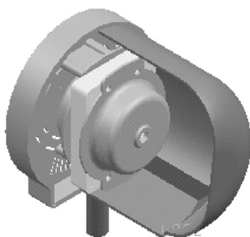


图 13-61　创建连杆 L002

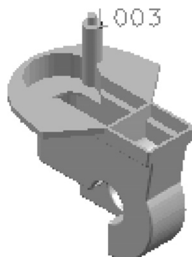


图 13-62　创建连杆 L003

（11）勾选“固定连杆”复选框，固定定模，如图 13-63 所示。

（12）单击“连杆”对话框的“应用”按钮，完成连杆 L003 的创建。

（13）在视图区选择摆动按钮、小齿轮为连杆 L004，如图 13-64 所示。

（14）单击“连杆”对话框的“应用”按钮，完成连杆 L004 的创建。

（15）在视图区选择大齿轮、转盘为连杆 L005，如图 13-65 所示。

（16）单击“连杆”对话框的“应用”按钮，完成连杆 L005 的创建。

（17）在视图区选择摆动杆为连杆 L006，如图 13-66 所示。

（18）单击“连杆”对话框的“确定”按钮，完成连杆 L006 的创建。



图 13-63 “连杆”对话框

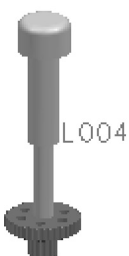


图 13-64 创建连杆 L004



图 13-65 创建连杆 L005



图 13-66 创建连杆 L006

3．运动副

完成连杆的创建后，按照创建连杆的顺序依次创建它们的运动副。具体的步骤如下。

（1）依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“运动副”图标，打开“运动副”对话框，如图 13-67 所示。

（2）在视图区选择连杆 L001。

（3）单击“指定原点”按钮。在视图区选择连杆 L001 转轴上的圆心点，如图 13-68 所示。

（4）单击“指定矢量”按钮。选择 L001 的柱面，使方向指向轴心。

（5）打开“基本”卷展栏，如图 13-69 所示。



图 13-67 “运动副”对话框

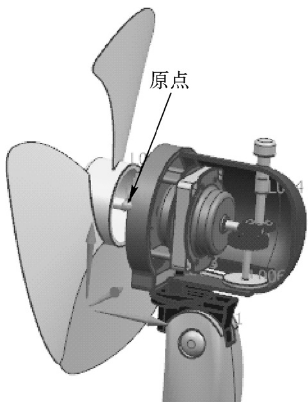


图 13-68 指定原点



图 13-69 “基本”卷展栏

（6）单击“选择连杆”按钮，在视图区选择连杆 L002，如图 13-70 所示。

（7）单击“驱动”标签，打开“驱动”选项卡，如图 13-71 所示。

（8）单击“旋转”下拉列表框，选择“恒定”类型。

（9）在初速度文本框中输入“800”，如图 13-72 所示。

（10）单击“运动副”对话框的“确定”按钮，完成旋转副的创建。

（11）依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“运动副”图标，打开“运动副”对话框。

（12）在视图区选择连杆 L002。

（13）单击“指定原点”按钮。在视图区选择连杆 L002 转轴上的圆心点，如图 13-73 所示。

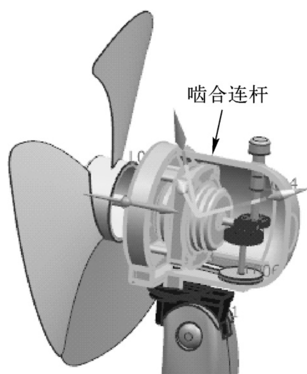


图 13-70　啮合连杆



图 13-71 “驱动”选项卡



图 13-72 “旋转”选项

（14）单击“指定矢量”按钮。选择连杆 L002 转轴的柱面，如图 13-74 所示。

（15）单击“运动副”对话框的“应用”按钮，完成运动副的创建。

（16）在视图区选择齿条连杆 L004。

（17）单击“指定原点”按钮。在视图区选择 L004 的圆心点为原点，如图 13-75 所示。

（18）单击“指定矢量”按钮。选择 L004 的柱面。

（19）打开“基本”卷展栏。

（20）单击“选择连杆”按钮，在视图区选择连杆 L002，如图 13-76 所示。

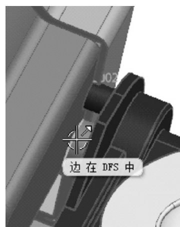


图 13-73　指定原点

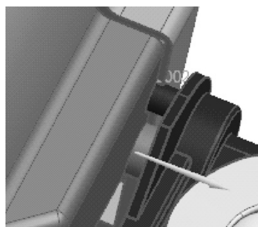


图 13-74　指定矢量

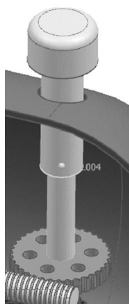


图 13-75　指定原点

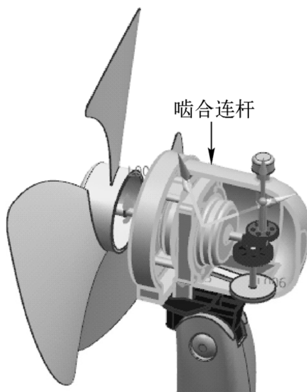


图 13-76　啮合连杆

（21）单击“运动副”对话框的“确定”按钮，完成旋转副的创建。

（22）按照相同的步骤完成大齿轮旋转副的创建，并啮合 L002。

4．创建传动副

落地扇通过高速旋转的电动机得到风扇周期性的摆动，在运动的过程中经过了 3 次传递：涡轮蜗杆、齿轮和连杆。创建传动副的具体步骤如下。

（1）为了方便选择运动副，打开运动导航器，如图 13-77 所示。单击所有的连杆 ☑ 链接图标，隐藏连杆模型，只显示运动副图标，如图 13-78 所示。

（2）依次单击“主页”选项卡→“传动副”组→“齿轮”图标，打开“齿轮副”对话框，如图 13-79 所示。

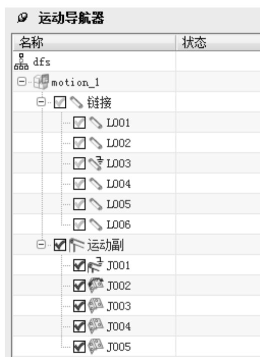


图 13-77 运动导航器



图 13-78 运动副图标



图 13-79 “齿轮副”对话框

（3）在视图区选择第一个旋转副 J002、第二个旋转副 J004。

（4）打开“设置”卷展栏，在“比率”文本框中输入“0.1”，如图 13-80 所示。

（5）单击“齿轮副”对话框的“应用”按钮，完成涡轮蜗杆的创建，如图 13-81 所示。

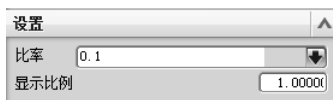


图 13-80 “设置”卷展栏

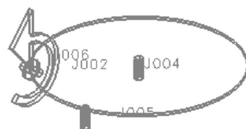


图 13-81 创建齿轮副

（6）在视图区选择第一个旋转副 J004、第二个旋转副 J005。

（7）在“比率”文本框中输入“0.3”，如图 13-82 所示。

（8）单击“齿轮副”对话框的“应用”按钮，完成齿轮的创建，如图 13-83 所示。

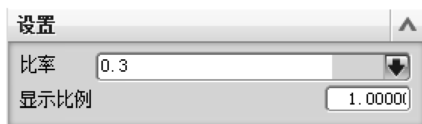


图 13-82 “设置”卷展栏

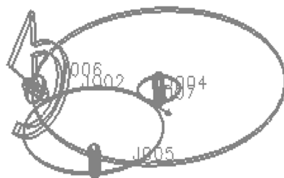


图 13-83 创建齿轮副

（9）依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“运动副”图标，打开“运动副”对话框，如图 13-84 所示。

（10）在视图区选择连杆 L006。

（11）单击“指定原点”按钮。在视图区选择连杆 L006 转轴上的圆心点，如图 13-85 所示。

（12）单击“指定矢量”按钮。选择系统提示的坐标系 *Z* 轴。

（13）打开“基本”卷展栏，如图 13-86 所示。





图 13-84 “运动副”对话框

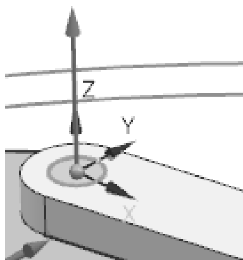


图 13-85 指定原点

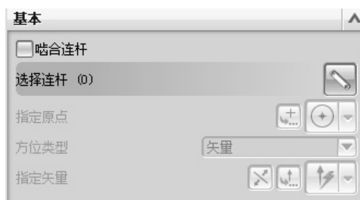


图 13-86 “基本”卷展栏

（14）单击“选择连杆”按钮，在视图区选择连杆 L005，如图 13-87 所示。
（15）单击“运动副”对话框的“应用”按钮，完成运动副的创建。
（16）在视图区选择连杆 L006。
（17）单击“指定原点”按钮。在视图区选择连杆 L006 孔上的圆心点，如图 13-88 所示。
（18）单击“指定矢量”按钮。选择系统提示的坐标系 *Z* 轴，如图 13-89 所示。

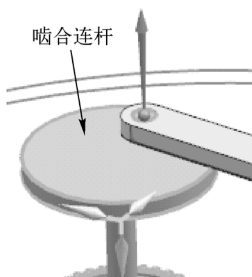


图 13-87 啮合连杆

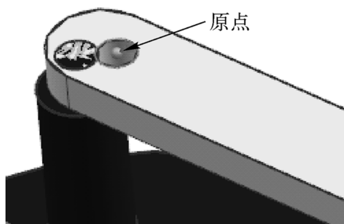


图 13-88 指定原点

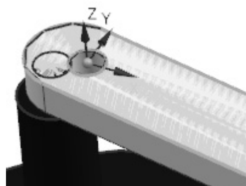


图 13-89 指定矢量

（19）打开“基本”卷展栏。
（20）勾选“啮合连杆”复选框，激活选项，如图 13-90 所示。
（21）单击“选择连杆”按钮。在视图区选择连杆 L003。
（22）单击“指定原点”按钮。在视图区选择连杆 L003 转轴的圆心点，如图 13-91 所示。



图 13-90 “基本”卷展栏

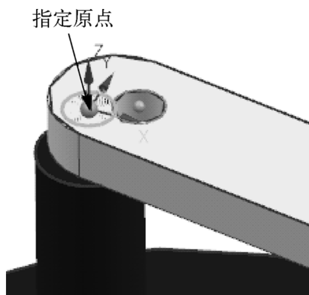


图 13-91 指定原点

（23）单击“指定矢量”按钮。选择系统提示的坐标系 Z 轴。

（24）单击“运动副”对话框的“确定”按钮，完成运动副的创建。

5．动画分析

完成运动副的创建，接下来解算模型的运动是否符合要求，具体步骤如下。

（1）依次单击“主页”选项卡→“设置”组→“解算方案”图标，打开“解算方案”对话框。

（2）在“解算方案选项”卷展栏中设置“时间”为“10”，“步数”为“1000”。

（3）勾选“通过按‘确定’进行解算”复选框，如图 13-92 所示。

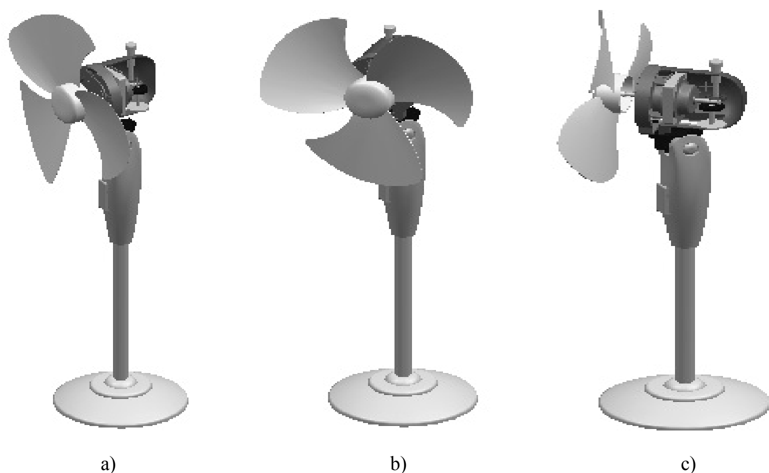


图 13-92 “解算方案”对话框

（4）单击“解算方案”对话框的“确定”按钮，完成解算方案。

（5）依次单击“主页”选项卡→“分析”组→“动画”图标，打开“动画”对话框。

（6）单击“播放”按钮，动画分析开始，如图 13-93 所示。



a) b) c)

图 13-93 动画结果

a) 0s b) 4s c) 9s

（7）单击“动画”对话框的“关闭”按钮，完成动画分析。

第 14 章

建立有限元模型

本章主要介绍建立有限元分析时模块的选择，分析模型的建立和环境的设置，并介绍如何为模型指定材料属性、添加载荷、添加约束和划分网格等。

用户建立完有限元模型后，若对模型的某一部分感到不满意，可以对有限元模型不满意的部分重新进行编辑，否则重新建立有限元模型要花费大量的时间。本章是在前两章的基础上介绍一系列的有限元模型编辑功能，主要包括分析模型的编辑、主模型尺寸的编辑、二维网格的编辑和属性编辑，最后介绍有限元模型的分析和对求解结果的后处理。

14.1 分析模块的介绍

在 UG 系统的高级分析模块中，首先将几何模型转换为有限元模型，然后进行前置处理，包括赋予质量属性、施加约束和载荷等，接着提交解算器进行分析求解，最后进入后置处理，采用直接显示资料或采用图形显示等方法来表达求解结果。

该模块是专门针对设计工程师和对几何模型进行专业分析的人员开发的，功能强大，采用图形应用接口，使用方便。该模块具有以下几个特点。

（1）图形接口，交互操作简便。

（2）前置处理功能强大：在 UG 系统中建立模型，在高级分析模块中直接可以转化成有限元模型并可以对模型进行简化，忽略一些不重要的特征，还可以添加多种类型载荷，指定多种边界条件，采用网格生成器自动生成网格。

（3）支持多种分析求解器，NX.NASTRAN、NX 热流、NX 空间系统热、MSC.NASTRAN、ANSYS 和 ABAQUS 等，以及多种分析解算类型，包括结构分析、稳态分析、模态分析、热和热-结构分析等。

（4）后置处理功能强大：后置处理器在一个独立窗口中运行，可以让分析人员同时检查有限元模型和后置处理结果。结果可以以图形的方式直观地显示出来以便分析人员判断。分析人员也可以采用动画形式反映分析过程中对象的变化过程。

UG 的分析模块主要包括以下 5 种分析类型。

（1）结构（线性静态分析）：在进行结构线性静态分析时，可以计算结构的应力、应变、位移等参数；施加的载荷包括力、力矩、温度等，其中温度主要计算热应力；可以进行线性静态轴对称分析（在环境选中轴对称选项）。结构线性静态分析是使用最为广泛的分析之一，UG 根据模型的不同和用户的需求提供极为丰富的单元类型。

（2）稳态（线性稳态分析）：线性稳态分析主要分析结构失稳时的极限载荷和结构变形，施加的载荷主要是力，不能进行轴对称分析。

（3）模态（标准模态分析）：模态分析主要是对结构进行标准模态分析，分析结构的固有频率、特征参数和各阶模态变形等，对模态施加的激励可以是脉冲、阶跃等，不能进行轴对称分析。

（4）热（稳态热传递分析）：稳态热传递分析主要是分析稳定热载荷对系统的影响，可以计算温度、温度梯度和热流量等参数，可以进行轴对称分析。

（5）热-结构（线性热结构分析）：线性热结构分析可以看成结构和热分析的综合，先对模型进行稳态热传递分析，然后对模型进行结构线性静态分析，应用该分析可以计算模型在一定温度条件下施加载荷后的应力和应变等参数，可以进行轴对称分析。

“轴对称分析”表示如果分析模型是一个旋转体，且施加的载荷和边界约束条件仅作用在旋转半径或轴线方向，则在分析时，可采用一半或四分之一的模型进行有限元分析，这样可以大大减少单元数量，提高求解速度，而且对计算精度没有影响。

14.2 有限元模型和仿真模型的建立

在 UG 建模模块中建立的模型称为主模型，它可以被系统中的装配、加工、工程图和高

级分析等模块引用。有限元模型是在引用零件主模型的基础上建立起来的，用户可以根据需要由同一个主模型建立多个包含不同属性的有限元模型。有限元模型主要包括几何模型的信息（如对主模型进行简化后），在前后置处理后还包括材料属性信息、网格信息和分析结果等信息。

有限元模型虽然是从主模型引用而来的，但在资料存储上是完全独立的，对该模型进行修改不会对主模型产生影响。

在建模模块中完成需要分析的模型建模，依次单击“应用模块”选项卡→“仿真”组→“高级”图标，进入高级仿真模块。单击屏幕左侧的“仿真导航器”图标，在屏幕左侧打开“仿真导航器”界面，如图 14-1 所示。



图 14-1　仿真导航器

在仿真导航器中，右键单击模型名称，在打开的快捷菜单中选择“新建 FEM 和仿真”命令，或者依次单击“主页”选项卡→“关联”组→“新建 FEM 和仿真”图标，打开如图 14-2 所示的“新建 FEM 和仿真”对话框。系统根据模型名称，默认给出有限元和仿真模型名称（模型名称：model1.prt；FEM 名称：model1_fem1.fem；仿真名称：model1_sim1.sim），用户根据需要在“求解器”下拉列表框和“分析类型”下拉列表框中选择合适的解算器和分析类型，单击“确定”按钮，进入“解算方案”对话框，如图 14-3 所示；接受系统设置的各选项值（包括最大作业时间和默认温度等），单击“确定”按钮，完成创建解法的设置。这时，单击仿真导航器按钮，进入该界面，用户可以清楚地看到各模型间的层级关系，如图 14-4 所示。



图 14-2　“新建 FEM 和仿真”对话框

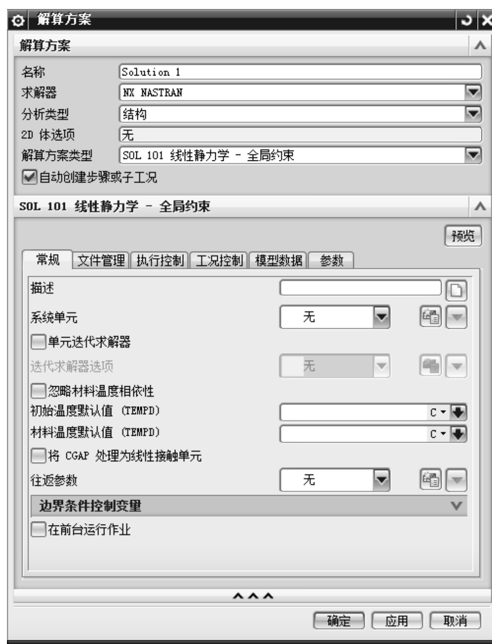


图 14-3　“解算方案”对话框

仿真导航器

名称	状态	过滤器	环境
_model1_sim1.sim	显示		默认值：NX NASTRAN – 结构
_model1_fem1.fem	工作		默认值：NX NASTRAN – 结构
CSYS		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
组		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
自由度集		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
区域		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
场			
仿真对象容器		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
载荷容器		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
约束容器		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
Solution 1			NX NASTRAN – 结构
仿真对象		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
约束		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
Subcase – Sta...			
载荷		(过滤器 ：关)(排序 ：关)	
结果			

图 14-4　各模型间的层级关系

14.3　模型准备

在 UG 高级仿真模块中进行有限元分析，可以直接引用建立的有限元模型，也可以通过高级仿真操作简化模型。经过高级仿真处理的仿真模型有助于网格划分，提高分析精度，缩短求解时间。常用命令在“主页”选项卡中，如图 14-5 所示。



图 14-5　“主页”选项卡

14.3.1　理想化几何体

在建立仿真模型的过程中，为模型划分网格是这一过程重要的一步。模型中诸如小孔、圆角等特征对分析结果影响并不大，如果对包含这些不重要特征的整个模型进行自动划分网格，会产生数量巨大的单元，虽然得到的精度可能会高些，但在实际的工作中意义不大，而且对计算机的要求很高并影响求解速度。通过简化几何体可将一些不重要的细小特征从模型中去掉，保留原模型的关键特征和用户认为需要分析的特征，缩短划分网格时间和求解时间。

（1）选择“菜单”→“插入”→“模型准备”→“理想化”命令，或依次单击“主页”选项卡→“几何体准备”组→“理想化几何体”图标，打开如图 14-6 所示的“理想化几何体”对话框。

（2）选择要简化的模型。

（3）在自动删除特征中选择选项。

（4）单击“确定”按钮。示意图如图 14-7 所示。





图 14-6 “理想化几何体”对话框　　图 14-7 “简化模型”示意图

14.3.2 移除几何特征

用户可以通过移除几何特征直接对模型进行操作，将在有限元分析中对模型不重要的特征进行移除。

（1）选择“菜单”→“插入”→“模型准备”→“移除几何特征”命令，或依次单击“主页”选项卡→“几何体准备”组→“更多”库→“移除几何特征”图标，打开如图 14-8 所示的“移除几何特征”工具条。

（2）选择要简化的模型。

（3）在自动删除特征中选择选项。

（4）单击“确定”按钮，示意图如图 14-9 所示。

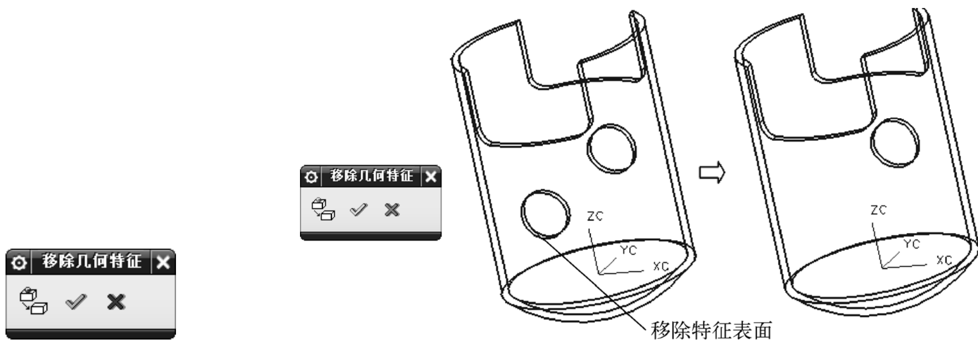


图 14-8 “移除几何特征”工具条　　图 14-9 “移除几何特征”示意图

（5）可以直接在模型中选择单个面，也可以选择与之相关的面和区域，如添加与选择面相切的边界、相切的面以及区域。

（6）单击“确定”按钮，完成移除特征操作，如图 14-9 所示。

14.4 材料属性

在有限元分析中，实体模型必须赋予一定的材料，指定材料属性即是将材料的各项性能（包括物理性能或化学性能）赋予模型，然后系统才能对模型进行有限元分析求解。

（1）选择“菜单”→“工具”→“材料”→“指派材料”命令，或依次单击“主页”选项卡→“属性”组→“更多”库→“材料”库→“指派材料”图标，打开如图 14-10 所示

的“指派材料”对话框。

（2）在“材料类别”和“类型”下拉列表框中分别选择用户所需选项，若出现用户所需材料，即可选中材料。

（3）若用户对材料进行删除、更名、取消材料赋予的对象或更新材料库等操作，可以单击位于图 14-10 对话框中下部的按钮。

材料的物理性能分为四种：各向同性、各向异性、正交各向异性和流体。

- 各向同性材料：在材料的各个方向具有相同的物理特性，大多数金属材料都是各向同性的。在 UG 中列出了各向同性材料常用物理参数表格，如图 14-11 所示。



图 14-10 “指派材料”对话框



图 14-11　各向同性材料常用物理参数表格

- 正交各向异性材料：该材料是用于壳单元的特殊各向异性材料，在模型中包含三个正交的材料对称平面。在 UG 中列出了正交各向异性材料常用物理参数表格，如图 14-12 所示。

  正交各向异性材料常用的主要物理参数和各向同性材料相同，但是由于正交各向异性材料在各正交方向的物理参数值不同，为方便计算列出了材料在三个正交方向（x，y，z）的物理参数值，同时也可根据温度不同给出各参数的温度表值，建立方式同上。

- 各向异性材料：在材料各个方向的物理特性都不同，在 UG 中列出各向异性材料物理参数表格，如图 14-13 所示。

  各向异性材料由于在材料的各个方向具有不同的物理特性，不可能把每个方向的物理参数都详细列出来，用户可以根据分析需要列出材料重要的六个方向的物理参数值，同时也可根据温度不同给出各物理参数的温度表值。

- 流体：在做热或流体分析中，会用到材料的流体特性，系统给出了液态水和气态空气的常用物体特性参数，如图 14-14 所示。

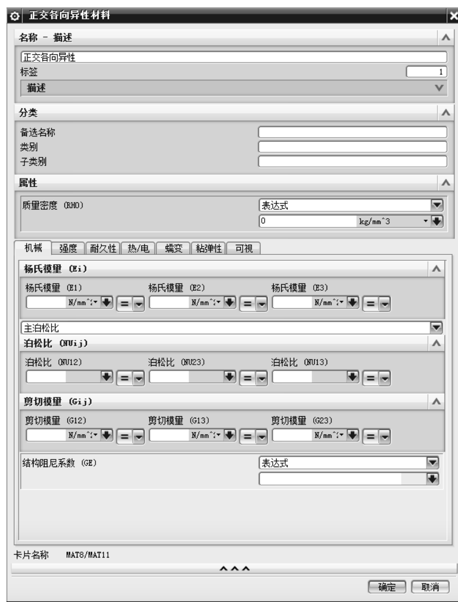


图 14-12　正交各向异性材料常用物理参数表格

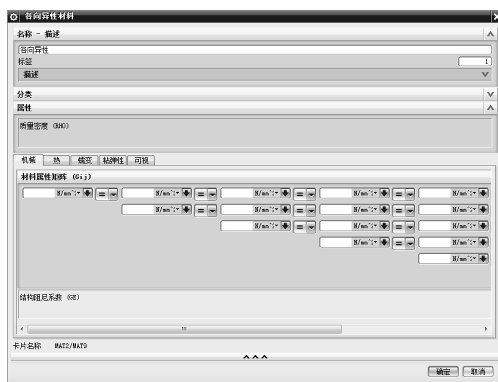


图 14-13　各向异性材料物理参数表格



图 14-14　流体材料物理参数表格

在 UG 中，带有常用材料物理参数的数据库，用户可以根据自己需要直接从材料库中调出相应的材料，当材料库中材料缺少某些物理参数时，用户也可以直接给出作为补充。

14.5　添加载荷

在 UG 高级分析模块中，载荷包括力、力矩、重力、压力、边界剪切、轴承载荷、离心力等。用户可以将载荷直接添加到几何模型上，载荷与作用的实体模型关联，当修改模型参

数时，载荷可自动更新，而不必重新添加。在生成有限元模型时，系统通过映射关系作用到有限元模型的节点上。

14.5.1 载荷类型

载荷类型一般根据分析类型的不同包含不同的形式，在结构分析中常包括以下形式。

- 力：力载荷可以施加到点、曲线、边和面上，符号采用单箭头表示。
- 节点压力：节点压力载荷是垂直施加在作用对象上的，施加对象包括边界和面两种，符号采用单箭头表示。
- 重力：重力载荷作用在整个模型上，不需要用户指定，符号采用单箭头在坐标原点处表示。
- 压力：压力载荷可以作用在面、边界和曲线上，和正压力相区别，压力可以在作用对象上指定作用方向，而不一定是垂直于作用对象的，符号采用单箭头表示。
- 力矩：力矩载荷可以施加在边界、曲线和点上，符号采用双箭头表示。
- 边缘剪切：边缘剪切只能施加在边界上，沿边的切向作用压力载荷，符号采用单箭头表示。
- 轴承：应用一个径向轴承载荷，以仿真加载条件，如滚子轴承、齿轮、凸轮和滚轮。
- 扭矩：对圆柱的法向轴加载扭矩载荷。
- 流体静压力：应用流体静压力载荷以仿真每个深度静态液体处的压力。
- 离心压力：离心压力作用在绕回转中心转动的模型上，系统默认坐标系的 z 轴为回转中心，在添加离心力载荷时用户需指定回转中心与坐标系的 z 轴重合。符号采用双箭头表示。
- 温度载荷：温度载荷可以施加在面、边界、点、曲线和体上，符号采用单箭头表示。
- 热膨胀：热膨胀载荷主要用于热分析和热结构分析中，施加对象包括面和边界，符号采用单箭头表示。

14.5.2 载荷添加方案

在用户建立一个加载方案的过程中，所有添加的载荷都包含在这个加载方案中。当用户需在不同加载状况下对模型进行求解分析时，系统允许提供建立多个加载方案，并为每个加载方案提供一个名称，用户可以自定义加载方案名称，也可以对加载方案进行复制、删除。

（1）单击“主页”选项卡→“载荷和条件”组→“轴承”图标，打开如图 14-15 所示的“轴承”对话框。

（2）选择模型的外圆柱面为载荷施加面。

（3）指定载荷矢量方向。

（4）设置力的大小、力的分布角度范围及分布方法。

（5）单击“确定”按钮，完成轴承载荷的加载，如图 14-16 所示。



图 14-15 “轴承”对话框

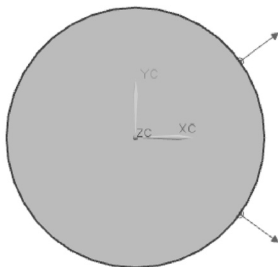


图 14-16 显示轴承载荷

 注意：

在仿真模型中才能添加载荷，系统默认的仿真模型名称为 model1_sim1.sim。

14.6 边界条件的加载

一个独立的分析模型，在不受约束的状况下，存在三个移动自由度和三个转动自由度，边界条件即是为了限制模型的某些自由度，约束模型的运动。边界条件是 UG 系统的参数化对象，与作用的几何对象关联。当模型进行参数化修改时，边界条件自动更新，而不必重新添加。边界条件施加在模型上，由系统映射到有限元单元的节点上，不能直接指定到单独的有限元单元上。

14.6.1 边界条件类型

不同的分析类型有不同的边界类型，系统根据用户选择的类型提供相应的类型，常用边界类型有五种：移动/旋转、移动、旋转、固定温度边界和自由传导。后两者主要用于温度场的分析。

14.6.2 约束类型

用户为约束对象选择了边界条件类型后，系统为用户提供了标准的约束类型，共有以下几类，如图 14-17 所示。

- 用户自定义：根据用户自身要求设置所选对象的移动自由度和转动自由度，各自由度可以设置成为固定、自由或限定幅值的运动。
- 强迫位移约束：用户可以为六个自由度分别设置一个运动幅值。
- 固定约束：用户选择对象的六个自由度都被约束。
- 固定平移约束：三个移动自由度被约束，而转动副都是自由的。



图 14-17 约束类型



- 固定旋转约束：三个转动自由度被约束，而移动副都是自由的。
- 简支约束：在选择面的法向自由度被约束，其他自由度处于自由状态。
- 销钉约束：在一个圆柱坐标系中，旋转自由度是自由的，其他自由度被约束。
- 圆柱形约束：在一个圆柱坐标系中，用户根据需要设置径向长度、旋转角度和轴向高度三个值，各值可以分别设置为固定、自由和限定幅值的运动。
- 滑块约束：在选择平面的一个方向上的自由度是自由的，其他各自由度被约束。
- 滚子约束：对于滚子轴的移动和旋转方向是自由的，其他自由度被约束。
- 对称约束/反对称约束：在关于轴或平面对称的实体中，用户可以提取实体模型的一半或四分之一部分进行分析，在实体模型的分割处施加对称约束或反对称约束。

14.7 划分网格

划分网格是有限元分析的关键一步，网格划分的优劣直接影响最后的结果，甚至会影响求解是否能完成。高级分析模块为用户提供一种直接在模型上划分网格的工具——网格生成器。使用网格生成器为模型（包括点、曲线、面和实体）建立网格单元，可以快速建立网格模型，大大减少划分网格的时间。



注意：

在有限元模型中才能为模型划分网格，系统默认的有限元模型名称为 model1_fem1.fem。

14.7.1 网格类型

UG 高级分析模块包括零维网格、一维网格、二维网格、三维网格和连接网格五种类型，每种类型都适用于一定的对象。

- 零维网格。零维网格用于指定产生集中质量单元这种类型适合在节点处产生质量单元。
- 一维网格：一维网格单元由两个节点组成，用于对曲线、边的网格划分（如杆、梁等）。
- 二维网格：二维网格包括三角形单元（三节点或六节点）、四边形单元（四节点或八节点），适用于对片体、壳体实体进行划分网格，如图 14-18 所示。注意在使用二维网格划分网格时尽量采用正方形单元，这样分析结果就比较精确；如果无法使用正方形网格，则要保证四边形的长宽比小于 10；如果是不规则四边形，则应保证四边形的各角度在 45°～135° 之间；在关键区域应避免使用有尖角的单元，且避免产生扭曲单元，因为对于严重扭曲的单元，UG 的各解算器可能无法完成求解；在使用三角形单元划分网格时，应尽量使用等边三角形单元；还应尽量避免混合使用三角形单元和四边形单元对模型划分网格。

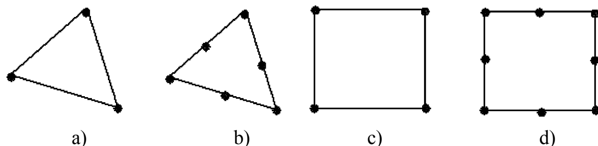


图 14-18 二维网格

a) 节点 b) 节点 c) 节点 d) 节点

- 三维网格：三维网格包括四面体单元（四节点或十节点）、六面体单元（八节点或二

十节点），如图 14-19 所示。十节点四面体单元是应力单元，四节点四面体单元是应变单元，后者刚性较高，在对模型进行三维网格划分时，使用四面体单元应优先采用十节点四面体单元。

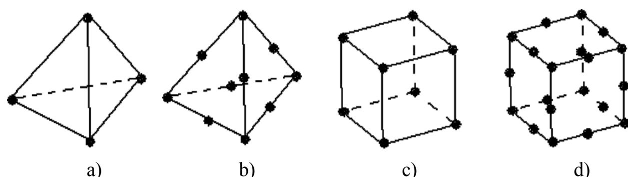


图 14-19 三维网格

a) 四节点 b) 八节点 c) 十节点 d) 二十节点

● 连接网格：连接单元在两条接触边或接触面上产生点到点的接触单元，适用于有装配关系的模型的有限元分析。系统提供焊接、边接触、曲面接触和边面接触四类接触单元。

14.7.2 零维网格

零维网格用于产生集中质量点，适用于为点、线、面、实体或网格的节点产生质量单元。

（1）选择“菜单”→“插入”→“网格”→“0D 网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“网格”组→“更多”库→“1D 和 0D”库→“0D 网格”图标，打开如图 14-20 所示的“0D 网格”对话框。

（2）选择现有的单元或几何体。

（3）在“单元属性”卷展栏中选择单元的属性。

（4）通过设置单元大小或数量，将质量集中到用户指定的位置。



图 14-20 “0D 网格”对话框

14.7.3 一维网格

一维网格定义两个节点的单元，是沿直线或曲线定义的网格。

选择“菜单”→“插入”→“网格”→“1D 网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“网格”组→“1D 网格”图标，打开“1D 网格”对话框，如图 14-21 所示。

“1D 网格”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型：一维网格包括梁、杆、棒、带阻尼弹簧、两自由度弹簧和刚性件等多种类型。

（2）网格密度选项：该下拉列表中有以下 2 个选项。

● 数量：表示在所选定的对象上产生的单元个数。

● 大小：表示在所选定的对象按指定的大小产生单元。



图 14-21 “1D 网格”对话框

14.7.4 二维网格

对于片体或壳体，常采用二维网格划分单元。

选择“菜单”→“插入”→“网格”→“2D 网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“网格”组→“2D 网格”图标，打开如图 14-22 所示的“2D 网格”对话框。



图 14-22 “2D 网格”对话框

“2D 网格”对话框中部分选项的功能如下。

（1）单元属性：二维网格可以对面、片体以及对二维网格进行再编辑的操作，生成网格的类型包括三节点三角形板元、六节点三角形板元、四节点四边形板元和八节点四边形板元。

（2）网格参数：控制二维网格生成单元的方法和大小，用户根据需要设置大小。单元设置得越小，分析精度可以在一定范围内提高，但解算时间也会增加。

（3）网格质量选项：当在“类型”选项中选择六节点三角形板元或八节点四边形板元时，“中节点”选项被激活。该选项用来定义三角形板元或四边形板元中间节点的位置类型，中节点的类型可以是线性的、弯曲的或混合的。“线性”中节点如图 14-23 所示，“弯曲”中节点如图 14-24 所示。两图中片体均采用四节点四边形板元划分网格。图 14-23 中，节点为线性，网格单元边为直线，网格单元中节点可能不在曲面片体上；图 14-24 中，节点为弯曲，网格单元边成为分段直线，网格单元中节点在曲面片体上。对于单元尺寸大小相同的板元，采用“弯曲”中节点可以更好地为片体划分网格，解算的精度也较高。

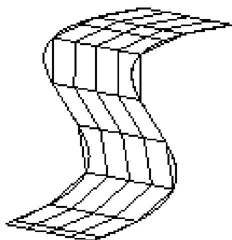


图 14-23 “线形”中节点

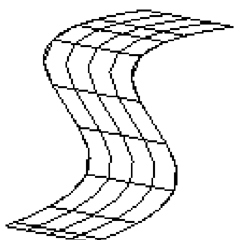


图 14-24 “弯曲”中节点

（4）网格设置：控制滑块，对过渡网格大小进行设置。

（5）模型清理选项：可设置“匹配边”，通过输入匹配边的距离公差，来判定两条边是否匹配。当两条边的中点间距离小于用户设置的距离公差时，系统判定两条边匹配。

14.7.5 三维四面体网格

三维四面体网格常用来划分三维实体模型。不同的解算器能划分不同类型的单元，在 NX.NASTRAN、MSC.NASTRAN 和 ANSYS 解算器中都包含四节点四面体单元和十节点四面体单元。在 ABAQUS 解算器中，三维四面体网格包含 tet4 和 tet10 两个单元。

选择“菜单”→“插入”→“网格”→“3D 四面体网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“网格”组→“3D 四面体”图标，打开如图 14-25 所示的“3D 四面体网格”对话框。

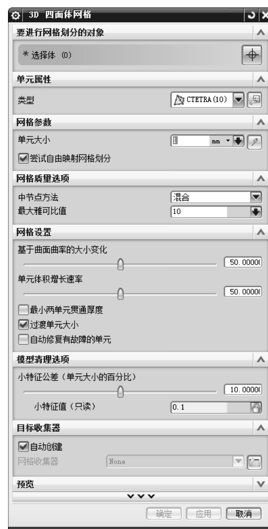
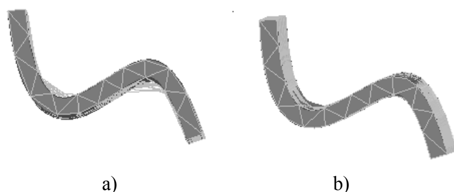


图 14-25 “3D 四面体网格”对话框

“3D 四面体网格”对话框中部分选项的功能如下。

（1）单元大小：用户可以自定义全局单元尺寸大小，当系统判定用户定义单元大小不理想时，系统会根据模型判定单元大小自动划分网格。

（2）中节点方法：包含“混合”“弯曲”和“线性”三种选择。示意图如图 14-26 所示。



a) b)

图 14-26 划分网格

a) 四节点划分网格 b) 十节点划分网格

14.7.6 接触网格

接触网格是在两条边上或两条边的一部分上产生点到点的接触。

选择“菜单”→“插入”→“网格”→“接触网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接”组→“更多”库→“接触网格”图标，打开如图 14-27 所示的“接触网格”对话框。

“接触网格”对话框中部分选项的功能如下。

（1）类型：不同的解算器有不同类型的单元。在 NX. NASTRANH 和 MSC.NASTRAN 解算器中，只有“接触”一种类型。在 ANSYS 解算器中包含“接触弹簧”和“接触”两种类型，在 ABAQUS 解算器中包含一种 GAPUNI 单元。

（2）单元数：用户自定义在接触两边中间产生接触单元的个数。

（3）对齐目标边节点：确定目标边上的节点位置，当选中该选项时，目标边上的节点位

置与接触边上的节点对齐。对齐方式有两种，分别是按“最小距离”和“垂直于接触边”方式对齐。



图 14-27 “接触网格”对话框

（4）间隙公差：通过间隙公差来判断是否生成接触网格，当两条接触边的距离大于间隙公差时，系统不会产生接触单元，只有小于或等于间隙公差，才能产生接触单元，如图 14-28 所示。

14.7.7 表面接触

表面接触网格常用于装配模型间各零件装配面的网格划分。

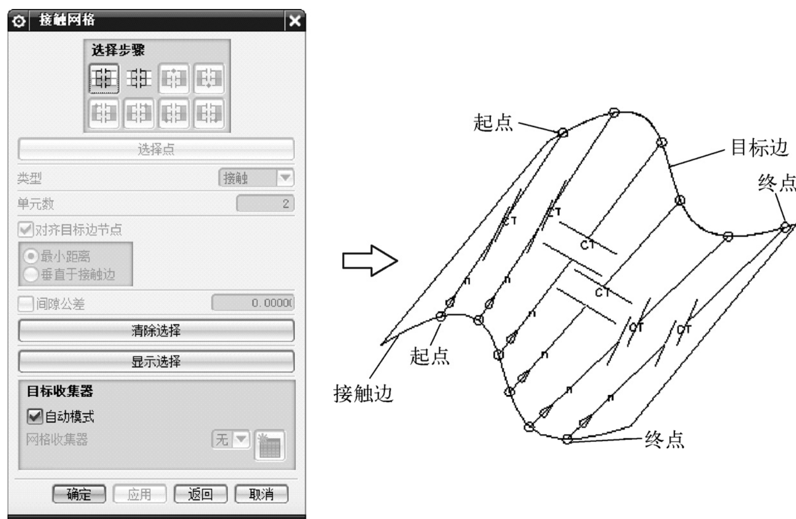


图 14-28 生成接触单元

选择“菜单”→“插入”→“网格”→“曲面接触网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“连接”组→“更多”库→“表面接触”图标，打开如图 14-29 所示的“曲面接触网格”对话框。



图 14-29 “曲面接触网格”对话框

“曲面接触网格”对话框中部分选项的功能如下。

（1）选择步骤：在生成曲面接触网格时，用户可以通过“选择步骤”选项组中的按钮选择操作对象。

（2）自动创建接触对：选中该复选框时，由系统根据用户设置的捕捉距离，自动判断各接触面是否进行曲面接触操作。不选中该复选框时，“选择步骤”选项组被激活。“侧面反向”按钮用于转化源面和目标面的关系。

14.8 创建解法

创建解法包括解法、耐久解决方案和步骤—子工况三部分。

14.8.1 解算方案

进入仿真模型界面后（文件名为*.sim），选择“菜单”→“插入”→“解算方案”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“解算方案”图标，打开如图 14-30 所示的“解算方案”对话框。



图 14-30 “解算方案”对话框

根据用户需要，选择解法的名称、解算器、分析类型和解法类型等。一般，根据不同的解算器和分析类型，“解算方案”对话框有不同的选项。解算方案类型有四类，一般采用自动由系统选择最优算法。在“SOL 101 线性静力学-全局约束”卷展栏中可以设置最大作业时

间、默认温度等参数。

用户可以选定解算完成后的结果输出选项。

14.8.2 步骤-子工况

用户可以通过该步骤为模型加载多种约束和载荷情况，系统解算时按各子工况分别进行求解，最后对结果进行叠加。

选择“菜单”→“插入”→“步骤-子工况”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“步骤-子工况”图标，打开如图 14-31 所示的“解算步骤”对话框。



图 14-31 “解算步骤”对话框

不同的解算类型包括不同的选项，若在仿真导航器中出现子工况名称，则激活该项，便可以在其中装入新的约束和载荷。

14.9 单元操作

对于已产生网格单元的模型，如果生成的网格不合适，可以采用单元操作工具对不合适的单元和节点进行编辑，及对二维网格进行拉伸、旋转等操作。单元操作包括拆分壳、合并四边形单元、移动节点、删除单元和生成单元、单元复制、单元平移等。该功能是在有限元模型界面中操作完成的（文件名称为*_fem1.fem）。

14.9.1 拆分壳

拆分壳操作将选择的四边形单元分割成多个单元（包括 2 个三角形、3 个三角形、2 个四边形、3 个四边形、4 个四边形和按线划分多种形式）。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“单元”→“分割壳”命令，或依次单击“节点和单元”

选项卡→“单元”组→“更多”库→“分割壳”图标，打开如图 14-32 所示的“分割壳”对话框。

（2）在“类型”下拉列表框中选择“四边形到 2 个三角形”，然后选择系统中任意的四边形单元，系统自动生成两个三角形单元，单击对话框中的“翻转分割线”按钮，系统变换对角分割线，生成不同形式的 2 个三角形单元。

（3）单击“确定”按钮，生成如图 14-33 所示的三角形单元。



图 14-32 “分割壳”对话框

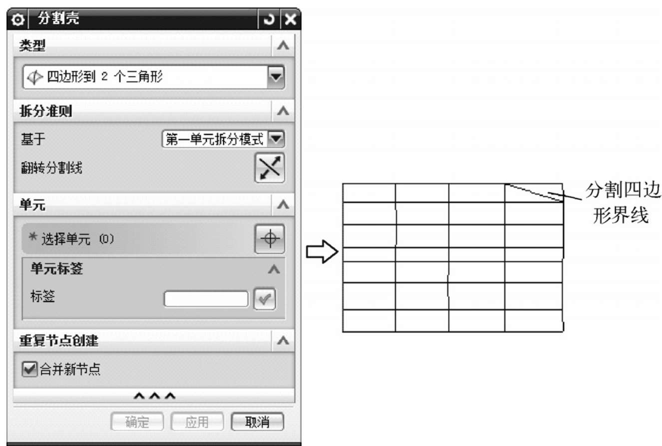


图 14-33 生成三角形单元

14.9.2 合并三角形单元

合并三角形单元操作将模型两个临近的三角形单元合并。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“单元”→“合并三角形”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“更多”库→“编辑”库→“合并三角形”图标，打开如图 14-34 所示的“合并三角形”对话框。



图 14-34 合并三角形”对话框

（2）依次选择两个相邻的三角形单元。

（3）单击“确定”按钮，完成操作。

14.9.3 移动节点

移动节点操作将单元中的一个节点移动到面上或网格的另一个节点上。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“单元”→“移动节点”命令，或依次单击“节点和单

元”选项卡→“节点”组→“更多”库→“编辑”库→“移动”图标，打开如图 14-35 所示的“移动节点”对话框。

（2）依次在屏幕上选择“源节点”和“目标节点”。

（3）单击“确定”按钮，完成移动节点操作，如图 14-36 所示。



图 14-35 “移动节点”对话框

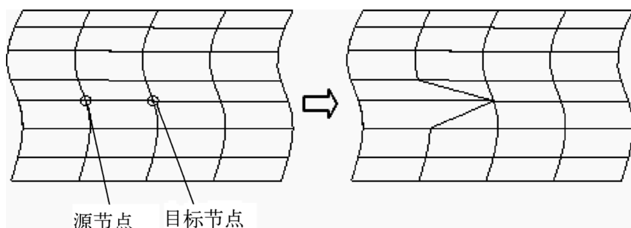


图 14-36 “移动节点”示意图

14.9.4 删除单元

系统对模型划分网格后，用户检查网格单元，如果对某些单元感到不满意，则可以直接进行删除单元操作将不满意的单元删除。

（1）选择“菜单”→“编辑”→“单元”→“删除”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“删除”图标，打开如图 14-37 所示的“单元删除”对话框。

（2）选择需要删除的单元。

（3）单击“确定”按钮，完成删除操作。

对于网格中的孤立节点，用户也可以勾选对话框中的“删除孤立节点”复选框，完成删除操作。



图 14-37 “单元删除”对话框

14.9.5 创建单元

创建单元操作可以在模型已有节点的情况下，生成零维单元、一维单元、二维单元或三维单元。

（1）选择“菜单”→“插入”→“单元”→“创建”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“单元创建”图标，打开如图 14-38 所示的“单元创建”对话框。

（2）在对话框中“单元族”下拉列表框中选择要生成的单元族，在“类型”下拉列表框中选择单元类型，依次选择各节点，系统自动生成规定单元。

（3）单击“关闭”按钮，完成创建单元操作。



图 14-38 “单元创建”对话框

14.9.6 单元拉伸

单元拉伸操作对面单元或线单元进行拉伸，创建新的三维单元或二维单元。

选择“菜单”→“插入”→“单元”→“单元拉伸”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“拉伸”图标

，打开如图 14-39 所示的“单元拉伸”对话框。

（1）在“单元拉伸”对话框的“类型”下拉列表框中选择“单元边”，选择屏幕中任意一个二维单元，在“副本数”选项中输入需要创建的拉伸单元数量，在“方向”下拉列表框中选择拉伸的方向。

（2）在“距离”卷展栏中选择“每个副本”单选按钮，并在“距离”文本框中输入距离值。

（3）扭曲角表示拉伸的单元按指定的点扭转一定的角度，指定点选择圆弧的中心点，角度值可以直接输入。

（4）单击“确定”按钮，完成单元拉伸操作，如图 14-40 所示。



图 14-39 “单元拉伸”对话框

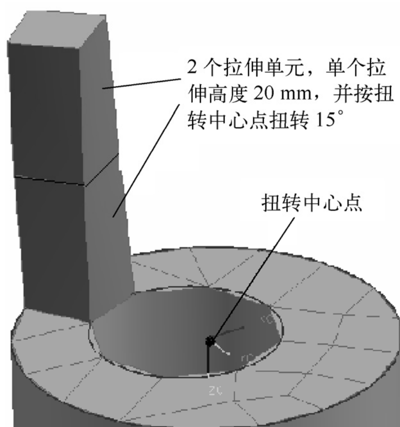


图 14-40 拉伸单元

“单元拉伸”对话框中部分选项的说明如下。

- 每个副本表示单个副本的拉伸长度。
- 全部：表示所有副本的总拉伸距离。

14.9.7 单元旋转

单元旋转操作对面或线单元绕某一矢量旋转一定角度，在原面或线单元和旋转到达新的位置的面或线单元之间形成新的三维或二维单元。

（1）选择“菜单”→“插入”→“单元”→“旋转”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“旋转”图标，打开如图 14-41 所示的“单元旋转”对话框。

（2）选择“单元面”类型，选择屏幕中任意一个二维单元，在“副本数”选项中输入需要创建的拉伸单元数量；指定矢量，选择圆弧中心点为回转轴位置点。

（3）在“角度”卷展栏中选择“每个副本”单选按钮，并输入角度值。

（4）单击“确定”按钮，完成单元拉伸操作，如图 14-42 所示。



图 14-41 “单元旋转”对话框

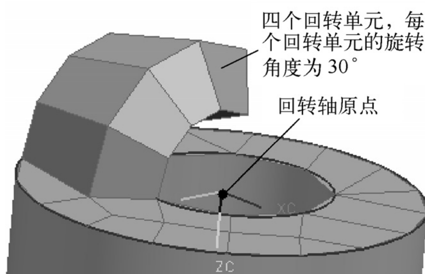


图 14-42 回转单元

14.9.8 单元复制和平移

单元复制和平移操作完成对零维、一维、二维和三维单元的复制平移。

（1）选择“菜单”→“插入”→“单元”→“复制和平移”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“更多”库→“编辑”库→“平移”图标，打开如图 14-43 所示的“单元复制和平移”对话框。



图 14-43 “单元复制和平移”对话框

（2）选择“单元面”类型，选择屏幕中任意一个二维单元，在“副本数”选项中输入需要创建的复制单元数量，在“方向”下拉列表框中选择“有方位”，坐标系类型选择“全局”，在“距离”卷展栏中选择“每个副本”单选按钮，设置参数。

（3）单击“确定”按钮，完成单元复制操作。

14.9.9 单元复制和投影

单元复制和投影操作完成对一维单元或二维单元在指定曲面的投影操作，并在投影面生成新的单元。

“目标投影面”卷展栏中曲面的“偏置百分比”表示将指定的单元复制投影到新的位置距离与原单元和目标面之间距离的比值。

（1）选择“菜单”→“插入”→“单元”→“单元复制和投影”命令，或依次单击“节点和单元”选项卡→“单元”组→“更多”库→“编辑”库→“投影”图标，打开如图 14-44 所示的“单元复制和投影”对话框。

（2）在“单元复制和投影”对话框中选择“单元面”类型，根据选择步骤选择下底面为投影目标面，在“方向”卷展栏中选择“单元法向”单选按钮，并单击“矢量翻转”按钮，使投影方向矢量指向投影目标面。

（3）单击“确定”按钮，完成单元复制和投影操作，如图 14-45 所示。



图 14-44 “单元复制和投影”对话框

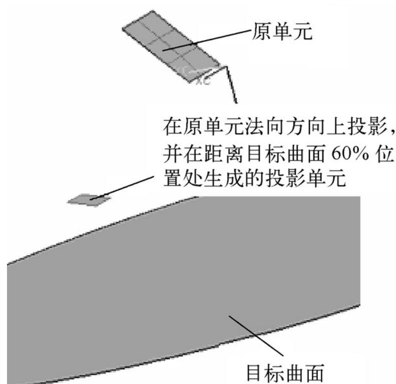


图 14-45 复制投影单元

14.9.10 单元复制和反射

单元复制和反射操作完成对零维、一维、二维和三维单元的复制和反射，操作过程和上述复制和投影相似，请读者自行完成操作。

14.10 分析

在完成有限元模型和仿真模型的建立后，在仿真模型（*_sim1.sim）中，用户就可以进入分析求解阶段。

14.10.1 求解

选择“菜单”→“分析”→“求解”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“求解”图标，打开如图 14-46 所示的“求解”对话框。

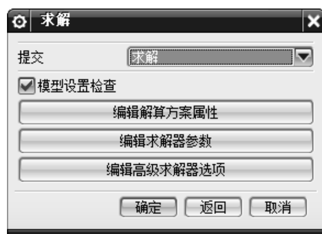


图 14-46 “求解”对话框

“求解”对话框中部分选项的功能如下。

（1）提交：该下拉列表中包括“求解”“写入求解器输入文件”“求解输入文件”和“写，编辑和求解输入文件”四个选项。在有限元模型前置处理完成后，一般直接选择“求解”选项。

（2）编辑解算方案属性：单击该按钮，打开如图 14-47 所示的“解算方案”对话框。该对话框包含“常规”“文件管理”和“执行控制”等六个选项卡。

（3）编辑求解器参数：单击该按钮，打开如图 14-48 所示的“求解器参数”对话框。该对话框为当前求解器建立一个临时目录。完成各选项的设置后，直接单击“确定”按钮，程序开始求解。



图 14-47 “解算方案”对话框

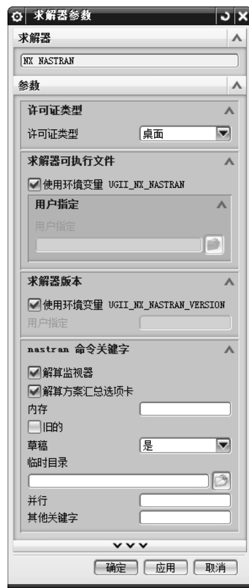


图 14-48 “求解器参数”对话框

14.10.2 分析作业监视器

分析作业监视器可以在分析完成后查看分析任务信息和检查分析质量。

选择“菜单”→“分析”→“分析作业监控”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“分析作业监控器”图标，打开如图 14-49 所示的“分析作业监视器”对话框。

“分析作业监视器”对话框中部分选项的功能如下。

（1）分析作业信息：在如图 14-49 所示对话框中选中列表中的完成项，单击“分析作业

信息”按钮，打开如图 14-50 所示的“信息”窗口。



图 14-49 “分析作业监视器”对话框

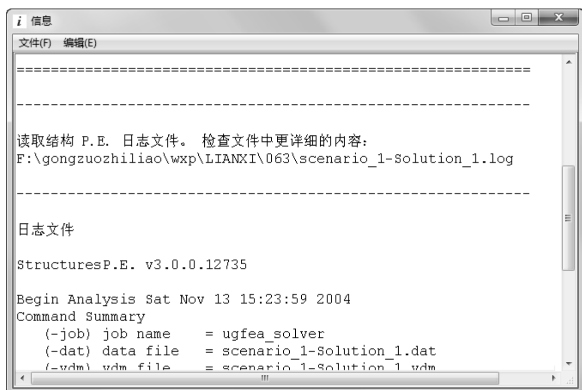


图 14-50 “信息”窗口

在“信息”窗口中列出有关分析模型的各种信息，包括分析时间、模型摘要（单元数、节点数、求解方程式个数等）、求解时间。若采用适应性求解，会给出自适应有关参数等信息。

（2）检查分析质量：对分析结果进综合评定，给出整个模型求解置信水平，是否推荐用户对模型进行更加精细的网格划分。

14.11 后处理控制

后处理控制对有限元分析来说是重要的一步，当求解完成后，得到的数据非常多，如何从中选出对用户有用的数据，数据以何种形式表达出来，都需要对数据进行合理的后处理。

UG 高级分析模块提供较完整的后处理方式。

在求解完成后，进入后处理选项，就可以激活后处理控制各操作。在后处理导航器中可以看见在“已导入的结果”下激活了各种求解结果，如图 14-51 所示。选择不同的选项，会在屏幕中出现不同的结果。



图 14-51 求解结果

14.11.1 后处理视图

视图是最直观的数据表达形式，在 UG 高级分析模块中，一般通过不同形式的视图表达结果。通过视图，用户能很容易识别最大变形量、最大应变、应力等在图形的具体位置。

选择“菜单”→“工具”→“结果”→“编辑后处理视图”命令，或依次单击“结果”选项卡→“后处理”组→“编辑后处理视图”图标，打开如图 14-52 所示的“后处理视图”对话框。

“后处理视图”对话框中部分选项的功能如下。

（1）颜色显示：系统为分析模型提供 9 种类型的显示方式，即光顺、条纹、单元、等值线、等值曲面、箭头、立方体、球体、流线和张量。图 14-53 用例图形式分别表示 8 种模型分析结果图形显示方式。



图 14-52 “后处理视图”对话框

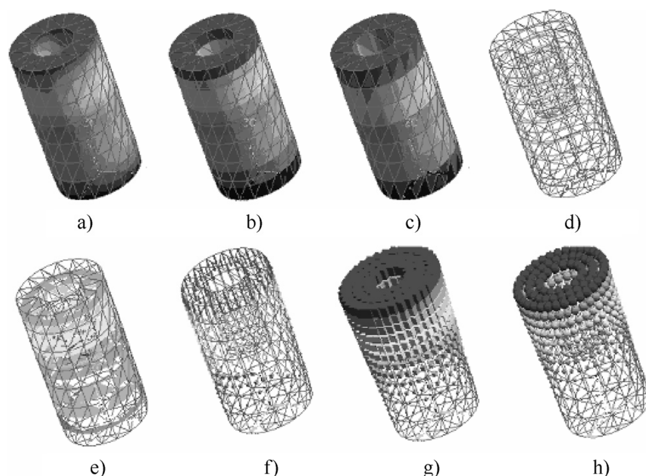


图 14-53　8 种显示方式

a) 光顺　b) 条纹　c) 单元　d) 等值线　e) 等值曲面　f) 箭头　g) 立方体　h) 球体

（2）变形：表示是否用变形的模型视图来表达结果。

（3）显示于：有三种方式，分别为“切割平面”“自由面”和“体积”。

“切削平面”选项用于定义一个平面对模型进行切削，用户通过该选项可以参看模型内部切削平面处数据结果。单击后面的“选项”按钮，打开“切割平面”对话框，如图 14-54 所示。该对话框中各选项的含义如下。

1）剪切侧：包括“正的”“负的”和“两个皆是”三个选项。

- 正的：表示显示切割平面上部分模型。
- 负的：表示显示切割平面下部分模型。
- 两者皆是：表示显示切割平面与模型接触平面的模型。

2）切割平面：选择在不同坐标系下的各基准面来定义切割平面或偏移各基准平面来定义切割平面。

如图 14-55 所示，按照轮廓-光顺，定义切削平面为 *XC*-*YC* 面偏移 60 mm，且以“两个皆是”的方式显示视图。



图 14-54 “切割平面”对话框

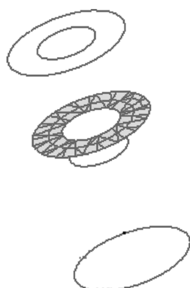


图 14-55 定义 *XC-YC* 为切割平面

14.11.2 标识（确定结果）

通过标识操作，可以直接在模型视图中选择感兴趣的节点，得到相应的结果信息。

系统提供 5 种选取目标节点或单元的方式。

（1）直接在模型中选择。

（2）输入节点或单元号。

（3）通过用户输入结果值范围，系统自动给出范围内各节点。

（4）列出 *N* 个最大结果值节点。

（5）列出 *N* 个最小结果值节点。

1）选择“菜单”→“工具”→“结果”→“标识”命令，或依次单击“结果”选项卡→“后处理”组→“标识结果”图标，打开如图 14-56 所示的“标识”对话框。



图 14-56 “标识”对话框

2）在“节点结果”下拉列表框中选择“从模型中拾取”，在模型中选择感兴趣的区域节点，当选中多个节点时，系统就自动判定选择的多个节点结果最大值和最小值，做总和与平均计算，并显示最大值和最小值的 ID 号。

3）单击“列出信息”按钮，打开“信息”窗口。该“信息”窗口详细显示各被选中节点的信息，如图 14-57 所示。

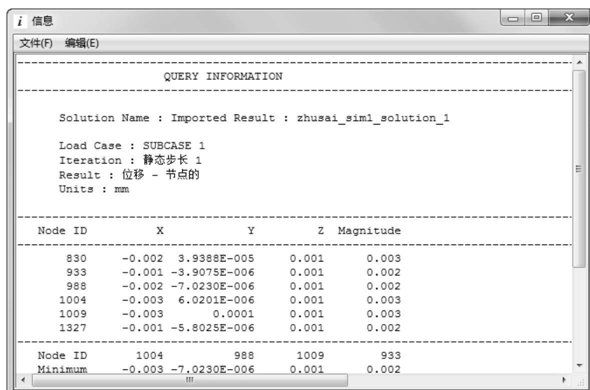


图 14-57 “信息”窗口



14.11.3 动画

动画操作模拟模型受力变形的情况，通过放大变形量使用户清楚地了解模型发生的变化。

选择“菜单”→“工具”→“结果”→“动画”命令，或依次单击“结果”选项卡→“动画”组→“动画”图标，打开如图 14-58 所示的“动画”对话框。



图 14-58 “动画”对话框

动画可以依据不同的分析类型模拟不同的变化过程，在结构分析中可以模拟变形过程。用户可以通过设置较多的帧数来描述变化过程。设置完成后，可以单击动画设置中的“播放”按钮，此时屏幕中的模型动画显示变形过程。用户还可以通过“单步播放”按钮、“后退”按钮、“暂停”按钮和“停止”按钮对动画进行控制。

14.12 综合实例——传动轴有限元分析

本实例为传动轴（如图 14-59 所示）的有限元分析，可以直接打开已经建立的模型，然后为模型指定材料进行网格的划分，之后为传动轴添加约束和扭矩就可以进行求解操作了。求解之后进行后处理操作，导出分析报告。

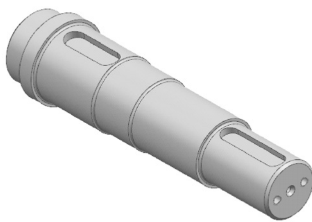


图 14-59 传动轴



光盘\视频教学\第14章\传动轴.avi



操作步骤

1．打开模型

（1）依次单击“快速访问”工具条中的“打开”图标，或选择“菜单”→“文件”→

"打开"命令，打开"打开"对话框。

（2）在"打开"对话框中选择目标实体目录路径和模型名称：/14/chuandongzhou.prt。单击"OK"按钮，在 UG 系统中打开目标模型。

2．进入高级仿真界面

（1）依次单击"应用模块"选项卡→"仿真"组→"高级"图标，进入高级仿真界面。

（2）单击左侧的"仿真导航器"，进入仿真导航器界面并选中模型名称，单击右键，在打开的快捷菜单中选择"新建 FEM 和仿真"命令，如图 14-60 所示。打开"新建 FEM 和仿真"对话框，如图 14-61 所示。接受系统各选项，单击"确定"按钮，打开如图 14-62 所示的"解算方案"对话框。采用默认设置，单击"确定"按钮。



图 14-60　快捷菜单



图 14-61 "新建 FEM 和仿真"对话框



图 14-62 "解算方案"对话框

（3）单击左侧的"仿真导航器"，进入仿真导航器中的仿真文件视图下选中 chuandongzhou_fem1 节点，单击右键，在打开的快捷菜单中选择"设为显示部件"命令，如图 14-63 所示，进入编辑有限元模型界面。

3．指派材料

（1）选择"菜单"→"工具"→"材料"→"指派材料"命令，或依次单击"主页"选项卡→"属性"组→"更多"库→"材料"库→"指派材料"图标，打开如图 14-64 所示的"指派材料"对话框。

（2）在"材料"列表中选择"Steel"材料，单击"确定"按钮。若"材料"列表中无用户需求的材料，则用户可以直接在材

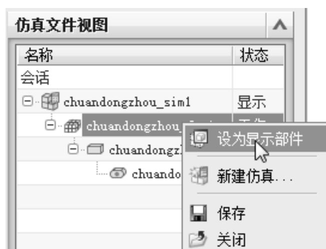


图 14-63　快捷菜单

料对话框中设置材料各参数。

（3）选择模型后，对在图 14-64 中选择的材料赋予该模型，单击“确定”按钮，完成材料设置。

4．创建三维四面体网格

（1）选择“菜单”→“插入”→“网格”→“3D 四面体网格”命令，或依次单击“主页”选项卡→“网格”组→“更多”库→“3D”库→“3D 四面体”图标，打开如图 14-65 所示的“3D 四面体网格”对话框。



图 14-64 “指派材料”对话框

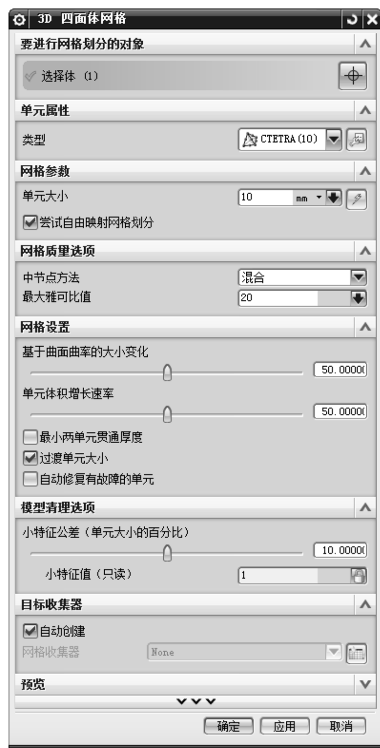


图 14-65 “3D 四面体网格”对话框

（2）在视图区中选择传动轴模型，选择单元属性类型为“CTETRA（10）”，“单元大小”设置为“10”，“最大雅可比值”为“20”，其他采用默认设置。

（3）单击“确定”按钮，开始划分网格。生成如图 14-66 所示的有限元模型。

5．施加约束

（1）在仿真文件视图中选择“chuandongzhou_sim1”节点，单击右键，并选择“设为工作部件”命令，如图 14-67 所示，进入仿真模型界面。

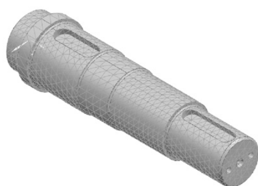


图 14-66 有限元模型



图 14-67 快捷菜单

（2）依次单击“主页”选项卡→“载荷和条件”组→“约束类型”库→“固定约束”图标，打开如图 14-68 所示的“固定约束”对话框。

（3）在视图中选择需要施加约束的模型面，如图 14-69 所示，单击“确定”按钮，完成约束的设置。



图 14-68 “固定约束”对话框

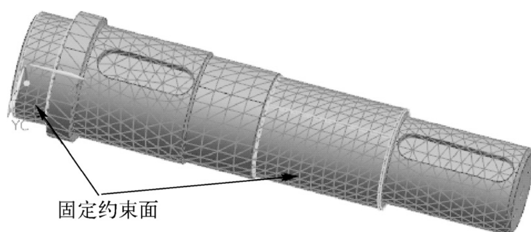


图 14-69 施加约束

6．添加扭矩 1

（1）依次单击“主页”选项卡→“载荷和条件”组→“载荷类型”库→“扭矩”图标，打开如图 14-70 所示的“扭矩”对话框。

（2）在视图中选择第一个键槽的圆柱面为施加扭矩的对象，如图 14-71 所示。



图 14-70 “扭矩”对话框

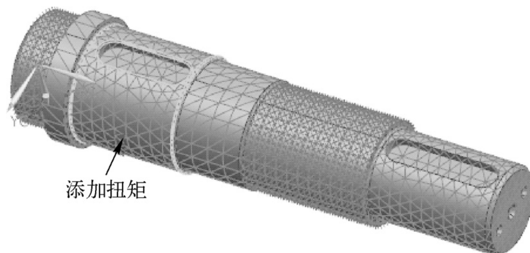


图 14-71 添加扭矩

（3）在“扭矩”下拉列表框中选择“表达式”选项，输入扭矩“3900”。

（4）单击“确定”按钮，完成扭矩的设置，如图 14-72 所示。

7．添加扭矩 2

（1）依次单击“主页”选项卡→“载荷和条件”组→“载荷类型”库→“扭矩”图标，打开“扭矩”对话框。

（2）在视图中选择第二个键槽的圆柱面为施加扭矩的对象，如图 14-73 所示。

（3）在“扭矩”下拉列表框中选择“表达式”选项，输入扭矩“-3900”。

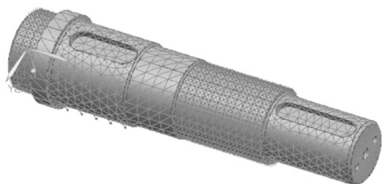


图 14-72　完成第一个扭矩的添加

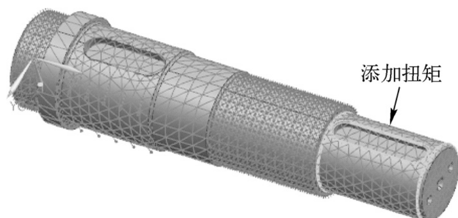


图 14-73　添加扭矩

（4）单击“确定”按钮，完成扭矩的设置，如图 14-74 所示。

8．求解

（1）选择“菜单”→“分析”→“求解”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“求解”图标，打开如图 14-75 所示的“求解”对话框。

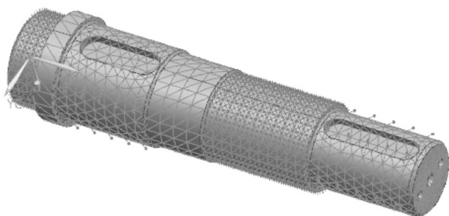


图 14-74　完成扭矩的添加



图 14-75　“求解”对话框

（2）单击“确定”按钮，打开如图 14-76 所示的“解算监视器”对话框和如图 14-77 所示的“分析作业监视器”对话框。

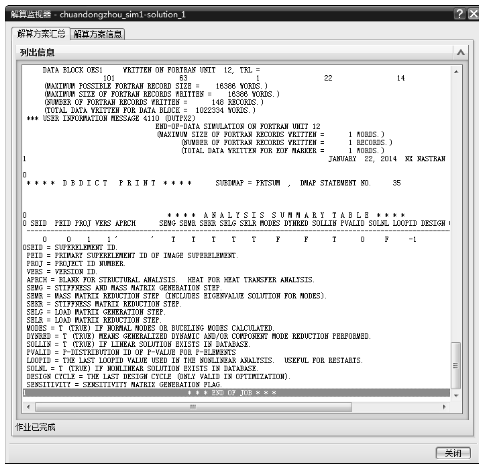


图 14-76　“解算监视器”对话框



图 14-77　“分析作业监视器”对话框

（3）分别单击“关闭”按钮和“取消”按钮，完成求解过程。

9．云图

（1）单击后处理导航器，在打开的后处理导航器中选择“已导入的结果”，单击右键，

选择“导入结果”命令，如图 14-78 所示，系统打开“导入结果”对话框，如图 14-79 所示。在用户硬盘中选择结果文件，单击“确定”按钮，系统激活后处理工具。



图 14-78　快捷菜单



图 14-79　“导入结果”对话框

（2）在右侧后处理导航器的“已导入结果”选项中，选择“应力-单元的”节点，选择“Von Mises”并单击右键，在打开的快捷菜单中选择“绘图”命令，如图 14-80 所示。云图显示有限元模型的应力情况，如图 14-81 所示。



图 14-80　快捷菜单

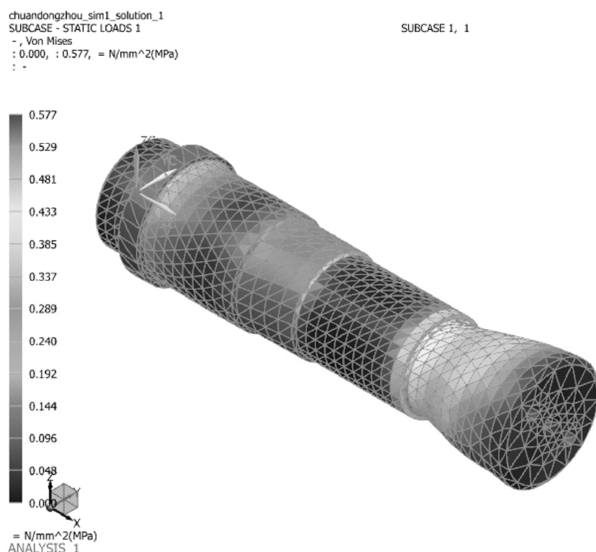


图 14-81　应力云图

（3）在右侧后处理导航器的“已导入的结果”选项中，双击“位移-节点的”选项，云图显示有限元模型的位移情况，如图 14-82 所示。

10．报告

（1）选择“菜单”→“工具”→“创建报告”命令，或依次单击“主页”选项卡→“解算方案”组→“创建报告”图标，系统根据整个分析过程创建一份完整的分析报告。

（2）选择“菜单”→“工具”→“导出报告”，系统显示上述创建的报告，如图 14-83 所示。至此，整个分析过程结束。

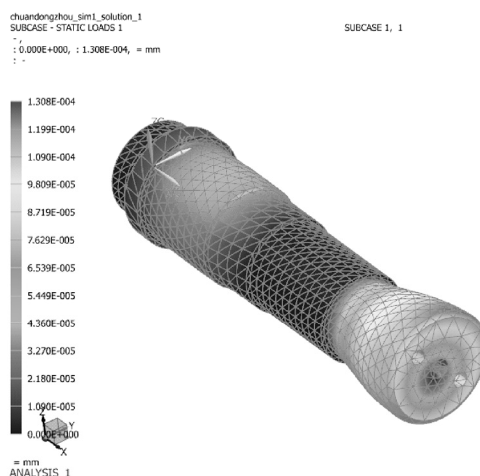
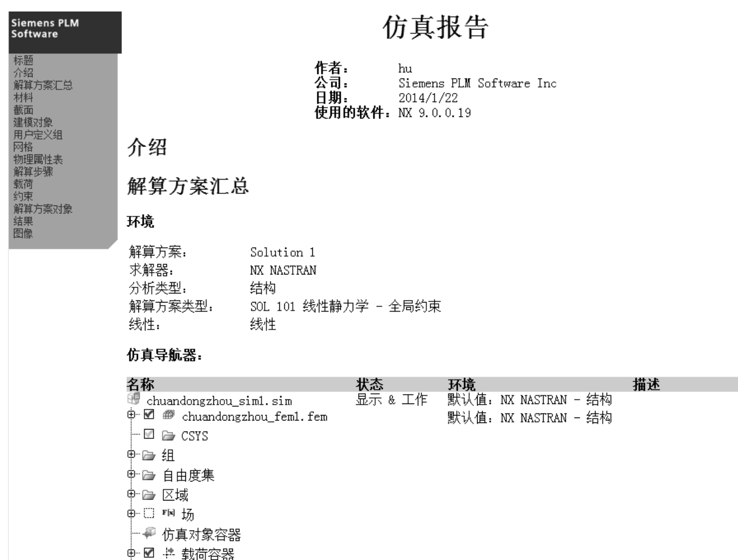


图 14-82 位移云图



Siemens PLM Software

标题
介绍
解算方案汇总
材料
截面
建模对象
用户定义组
网格
物理属性表
解算步骤
载荷
约束
解算方案对象
结果
图像

仿真报告

作者： hu
公司： Siemens PLM Software Inc
日期： 2014/1/22
使用的软件： NX 9.0.0.19

介绍

解算方案汇总

环境

解算方案：	Solution 1
求解器：	NX NASTRAN
分析类型：	结构
解算方案类型：	SOL 101 线性静力学 - 全局约束
线性：	线性

仿真导航器：

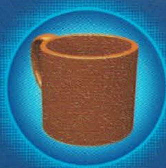
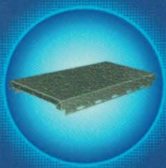
名称	状态	环境	描述
chuandongzhou_sim1.sim	显示 & 工作	默认值：NX NASTRAN - 结构	
chuandongzhou_fem1.fem		默认值：NX NASTRAN - 结构	
CSYS			
组			
自由度集			
区域			
场			
仿真对象容器			
载荷容器			

图 14-83 仿真报告

在线互动交流平台

官方微博：http://weibo.com/cmpjsj
官方博客：http://blog.sina.com.cn/cmpbookjsj
读者信箱：cmp_itbook@163.com

UG NX 9.0 中文版 从入门到精通


SolidWorks系列
AutoCAD系列
Creo 系列
UG系列
CATIA系列
MATLAB系列
ANSYS系列
Mastercam系列

UG系列已出版

- UG NX 9.0中文版从入门到精通
- 精通UG NX 9.0机械设计
- UG NX 9.0基础教程
- UG NX 9.0入门•进阶•精通
- UG NX 8.5模具设计入门与提高
- UG NX 8.5数控加工入门与提高
- UG NX 8.5入门与范例精通
- UG NX 8.0中文版数字样机技术及其应用实例（入门与提高）
- UG NX 8.0完全自学手册 第2版
- UG NX 8.0典型实例解析 第3版
- UG NX 7.5基础应用与范例解析 第3版
- UG NX 7.5完全自学手册
- UG NX 7.0新手入门与范例精通
- UG NX 7.0模具设计从入门到精通
- UG NX 7.0有限元分析入门与实例精讲
- UG NX 6数控加工入门与实例精讲
- UG NX 6典型实例解析 第2版
- UG NX 5.0 CAM实例解析
- UG 5.0典型实例解析
- UG NX 4.0基础应用与范例解析 第2版

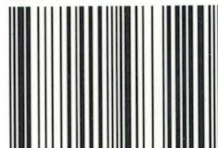
地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 计算机/辅助设计
ISBN 978-7-111-48312-0
策划编辑◎ 张淑谦 / 封面设计◎


扫一扫加入微信公众平台
更多、更快获取最新图书资讯



ISBN 978-7-111-48312-0



定价：79.80元（含1DVD）